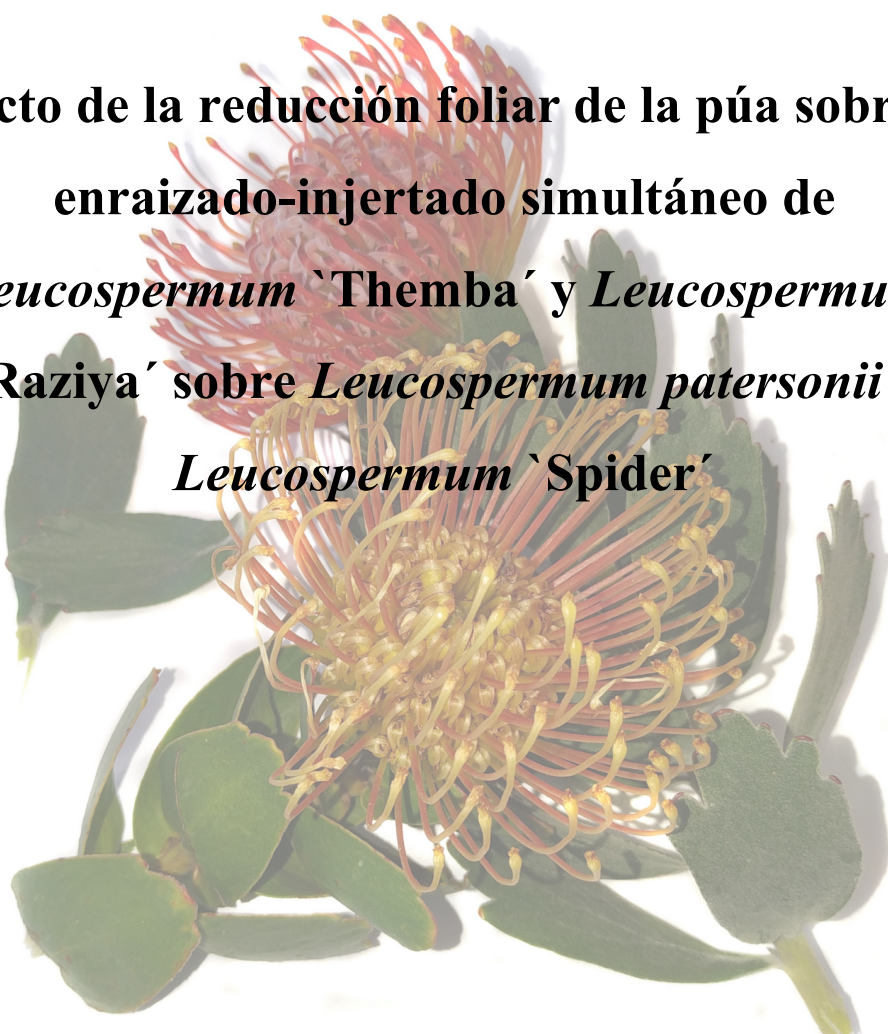


ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL



**Efecto de la reducción foliar de la púa sobre el
enraizado-injertado simultáneo de
Leucospermum 'Themba' y *Leucospermum*
'Raziya' sobre *Leucospermum patersonii* y
Leucospermum 'Spider'**

Noelia Herrera Borges
San Cristobal de La Laguna, Septiembre 2019

**AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO
POR SUS DIRECTORES**
CURSO...../.....

DIRECTOR – COORDINADOR:
DIRECTOR:

como Director/es del alumno/a..... en
el TFG titulado:

.....
.....
.....nº de Ref.....

doy/damos mi/nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG, a la vez que confirmo/confirmamos que el alumno ha cumplido con los objetivos generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas del Reglamento de Trabajo Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería.

La Laguna, a..... de de.....

Fdo:.....

(Firma de los directores)

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

A mis padres y a mi hermana, parte fundamental de este camino, sin los cuales estar aquí no habría sido posible. Gracias por su esfuerzo, dedicación y sacrificio y por acompañarme siempre en todos mis pasos.

A tí Ale, por inculcarme los valores que hacen de mi la persona que soy hoy día y por alumbrarnos y guiarnos siempre.

A mis amigos, animadores y espectadores oficiales de esta andadura, gracias por compartirlo conmigo.

A mis compañeros de clase, muchos de ellos grandísimos amigos, juntos hemos formado una pequeña familia que espero me acompañe durante mucho tiempo. Gracias por estos años, muy buenos momentos que han hecho de esta experiencia algo inolvidable.

A mis tutoras, Ana y Mari Carmen, gracias por guiarme y orientarme en todo momento. Por ayudarme a resolver cada duda y problema que surgía a lo largo de todos estos meses. Pero, ante todo, por su apoyo y ánimos.

También agradecer a los laborales, especialmente a Cala, por colaborar conmigo en este proyecto y ayudarme a llevarlo a cabo.

Por último, a los profesores, parte esencial de este camino, gracias por todas las experiencias y por todo lo aprendido.

¡Muchas gracias!



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	3
3.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1	TAXONOMÍA, ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN	4
3.1.1	Familia <i>Proteaceae</i>	4
3.1.1.1	Distribución y ecología	5
3.1.2	Género <i>Leucospermum</i>	6
3.1.2.1	Distribución y ecología.....	7
3.1.2.2	Polinización	8
3.1.2.3	Secciones taxonómicas	9
3.1.2.4	<i>Leucospermum cordifolium</i>	10
3.1.2.4.1	Distribución y ecología	12
3.1.2.5	<i>Leucospermum formosum</i>	13
3.1.2.5.1	Distribución y ecología	14
3.1.2.6	<i>Leucospermum patersonii</i>	15
3.1.2.6.1	Distribución y ecología	16
3.1.2.7	<i>Leucospermum tottum</i>	17
3.1.2.7.1	Distribución y ecología	18
3.1.2.8	<i>Leucospermum</i> `Sunrise`	19
3.1.2.9	<i>Leucospermum</i> `Raziya`	20
3.1.2.10	<i>Leucospermum</i> `Spider`	21
3.1.2.11	<i>Leucospermum</i> `Caroline`	22
3.1.2.12	<i>Leucospermum</i> `High Gold`	23
3.1.2.13	<i>Leucospermum</i> `Themba`	24
3.2	PROPAGACIÓN VEGETATIVA	25
3.2.1	Propagación por estacas.....	26
3.2.1.1	Tipos de estacas	26
3.2.1.1.1	Estacas de tallo	26
3.2.1.1.2	Estacas de hojas.....	28
3.2.1.1.3	Estacas de hoja y yema.....	28
3.2.1.1.4	Estacas de raíz	29
3.2.1.2	Selección del material para estacas.....	30
3.2.1.3	Obtención y preparación del material vegetal.....	33
3.2.2	Factores que influyen en el enraizamiento de las estacas	35
3.2.2.1	Condiciones ambientales	35

3.2.2.1.1	Humedad relativa	35
3.2.2.1.2	Temperatura.....	37
3.2.2.1.3	Aireación	38
3.2.2.1.4	Luz.....	38
3.2.2.2	Medidas sanitarias.....	39
3.2.3	Enfermedades más comunes en proteas	41
3.2.3.1	Enfermedades fúngicas	41
3.2.3.2	Enfermedades bacterianas.....	43
3.2.4	Medio de enraizamiento.....	43
3.2.4.1	Tipos de sustrato	44
3.2.4.1.1	Turba	44
3.2.4.1.2	Espumas de poliestireno (stryomull).....	45
3.2.4.1.3	Piroclastos	46
3.2.5	Mejora en el enraizamiento de estacas.....	47
3.2.5.1	Reguladores de crecimiento	47
3.2.5.1.1	Auxinas.....	48
3.2.5.1.2	Giberelinas	52
3.2.5.1.3	Citoquininas	52
3.2.5.1.4	Etileno	53
3.2.5.1.5	Peróxido de hidrógeno.....	53
3.2.5.2	Aplicación de reguladores de crecimiento en el enraizamiento proteas	54
3.2.5.2.1	Técnicas de aplicación.....	55
3.2.5.2.2	Formulaciones en polvo	55
3.2.5.2.3	Método de inmersión en solución concentrada.....	55
3.2.6	Tratamientos físicos.....	55
3.2.6.1	Lesionado.....	56
3.2.6.1.1	Tipos de lesionado.....	56
3.2.6.1.2	Influencia del lesionado en la absorción del agua y los reguladores de crecimiento	57
3.2.6.1.3	Influencia del lesionado en el movimiento y la acumulación de auxinas y carbohidratos	58
3.2.6.1.4	Influencia del lesionado en las barreras físicas que dificultan el enraizamiento	
	58	
3.2.6.2	Aplicación del lesionado en proteas.....	60
3.2.7	Propagación mediante injerto.....	61
3.2.7.1	Aspectos teóricos	61
3.2.7.2	Razones para realizar el injerto.....	61
3.2.7.3	Tipos de injertos.....	62
3.2.7.3.1	Injerto de hendidura.....	62

3.2.7.3.2	Injerto de empalme.....	64
3.2.7.3.3	Injerto de estaca.....	64
3.2.7.4	Técnicas de injertado.....	65
3.2.7.5	Soldadura del injerto.....	66
3.2.7.5.1	Factores que influyen en la soldadura del injerto.....	67
3.2.7.5.1.1	Compatibilidad.....	67
3.2.7.5.1.2	Incompatibilidad.....	68
3.2.7.6	Condiciones para el éxito del injerto.....	69
3.2.7.7	Épocas para realizar el injerto.....	70
3.2.7.8	Características de las especies utilizadas como patrón.....	71
3.2.7.9	Selección de púas.....	74
3.2.7.10	Precauciones tras la realización del injerto.....	75
3.2.7.10.1	Injertos bajo sistemas de nebulización.....	75
4.	MATERIAL Y MÉTODOS	76
4.1	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	80
4.2	PARÁMETROS EVALUADOS	86
4.3	ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA	88
4.4	ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO	89
4.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	89
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	90
5.1	EVOLUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL ENSAYO	90
5.1.1	Tratamiento 1: Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida.....	90
5.1.2	Tratamiento 2: Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera.....	92
5.1.3	Tratamiento 3: Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera.....	94
5.1.4	Tratamiento 4: Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida.....	96
5.1.5	Tratamiento 5: Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera.....	98
5.1.6	Tratamiento 6: Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida.....	100
5.1.7	Tratamiento 7: Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera.....	101
5.1.8	Tratamiento 8: Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida.....	103
5.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS SOBRE ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA	104
5.2.1	Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 6 semanas de ensayo.....	104
5.2.1.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las seis semanas de ensayo.....	105
5.2.2	Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 8 semanas de ensayo.....	106
5.2.2.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las ocho semanas de ensayo.....	107

5.2.3	Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 10 semanas de ensayo.....	108
5.2.3.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las diez semanas de ensayo.....	109
5.2.4	Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 12 semanas de ensayo.....	110
5.2.4.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las doce semanas de ensayo.....	111
5.2.5	Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 14 semanas de ensayo.....	112
5.2.5.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las catorce semanas de ensayo.....	113
5.2.6	Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 16 semanas de ensayo.....	114
5.2.6.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las dieciséis semanas de ensayo.....	115
5.3	ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO	116
5.3.1	Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 6	116
5.3.1.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las seis semanas de ensayo	117
5.3.2	Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 8	118
5.3.2.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las ocho semanas de ensayo	119
5.3.3	Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 10	120
5.3.3.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las diez semanas de ensayo	121
5.3.4	Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 12	122
5.3.4.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las doce semanas de ensayo	123
5.3.5	Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 14	124
5.3.5.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las catorce semanas de ensayo	125
5.3.6	Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 16	126
5.3.6.1	Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las dieciséis semanas de ensayo.....	127
5.4	DISCUSIÓN	129
6.	CONCLUSIONES	131
	BIBLIOGRAFÍA	133

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO 1 DURANTE EL ENSAYO.	90
GRÁFICA 2. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO 2 DURANTE EL ENSAYO.	92
GRÁFICA 3. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO 3 DURANTE EL ENSAYO.	94
GRÁFICA 4. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO 4 DURANTE EL ENSAYO.	96
GRÁFICA 5. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO 5 DURANTE EL ENSAYO.	98
GRÁFICA 6. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO 6 DURANTE EL ENSAYO.	100
GRÁFICA 7. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO 7 DURANTE EL ENSAYO.	101
GRÁFICA 8. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO 8 DURANTE EL ENSAYO.	103

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 6 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	104
TABLA 2. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL PORCENTAJE DE ESTACAS TRASPLANTABLES CON PÚA VIVA A LAS 6 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	105
TABLA 3. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 8 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	106
TABLA 4. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL PORCENTAJE DE ESTACAS TRASPLANTABLES CON PÚA VIVA A LAS 8 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	107
TABLA 5. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 10 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	108
TABLA 6. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL PORCENTAJE DE ESTACAS TRASPLANTABLES CON PÚA VIVA A LAS 10 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	109
TABLA 7. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 12 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	110
TABLA 8. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL PORCENTAJE DE ESTACAS TRASPLANTABLES CON PÚA VIVA A LAS 12 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	111
TABLA 9. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 14 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	112
TABLA 10. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL PORCENTAJE DE ESTACAS TRASPLANTABLES CON PÚA VIVA A LAS 14 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	113
TABLA 11. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY A LAS 16 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	114

TABLA 12. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL PORCENTAJE DE ESTACASTRASPLANTABLES CON PÚA VIVA A LAS 16 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	115
TABLA 13. EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO TUKEY A LAS 6 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	116
TABLA 14. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO A LAS 6 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	117
TABLA 15. EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO TUKEY A LAS 8 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	118
TABLA 16. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO A LAS 8 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	119
TABLA 17. EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO TUKEY A LAS 10 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	120
TABLA 18. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO A LAS 10 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	121
TABLA 19. EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO TUKEY A LAS 12 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	122
TABLA 20. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO A LAS 12 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	123
TABLA 21. EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO TUKEY A LAS 14 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	124
TABLA 22. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO A LAS 14 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	125
TABLA 23. EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR EL MÉTODO TUKEY A LAS 16 SEMANAS DE ENSAYO. (LAS MEDIAS SEGUIDAS DE LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES A UN NIVEL DEL 5%)	126
TABLA 24. EFECTO DEL TIPO DE PATRÓN Y TIPO DE PÚA SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO A LAS 16 SEMANAS DE ENSAYO. (S=SIGNIFICATIVO A $P<0,05$ Y NS=NO SIGNIFICATIVO)	127
TABLA 25. EFECTO DEL TRATAMIENTO SOBRE EL ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO DE LAS ESTACAS DE LEUCOSPERMUM. SEPARACIÓN DE LAS MEDIAS POR EL MÉTODO DE TUKEY AL 5%.....	128

Título: Efecto de la reducción foliar de la púa sobre el enraizado-injertado simultáneo de *Leucospermum* 'Themba' y *Leucospermum* 'Raziya' sobre *Leucospermum patersonii* y *Leucospermum* 'Spider'

Autores: Herrera-Borges, N., León-Hernández, A.M., Hoyos-Rodríguez, M.C.

Palabras clave: Proteas, estacas, lesionado, arcilloso, patrón.

Resumen:

El mercado de las proteas se inicia en Canarias en los años 80, desde entonces hasta ahora cuenta ya con unas 60 ha repartidas en las islas de Tenerife, La Palma y Gran Canaria. La producción en las islas se centra sobre todo en el género *Leucospermum*, siendo los más importantes: *Lp.* 'Succession I', *Lp.* 'Succession II', *Lp.* 'Tango', *Lp.* 'Soleil', *Lp.* 'High Gold', *Lp.* 'Sunrise' y *Lp.* 'Vedfire'. Para estudiar la propagación de *Leucospermum* mediante el enraizado e injertado simultáneo, se llevó a cabo un estudio en el que se compararon los patrones *Lp.* 'Spider' y *Lp. patersonii*, tolerantes a suelos arcillosos, y como púas se emplearon los cultivares comerciales *Lp.* 'Themba' y *Lp.* 'Raziya'. Además, se estudió el efecto de la reducción foliar y se llevó a cabo el lesionado en la base del patrón y el embolsado de la púa para favorecer su mantenimiento. Ambos patrones se utilizaron previamente sin enraizar para evaluar el enraizado-injertado simultáneo, utilizándose el injerto de hendidura. El enraizamiento de las estacas se llevó a cabo en un umbráculo ventilado y con una reducción de la luz natural del 50%, empleando un sustrato compuesto por turba y poliestireno 4:6 v/v, con calor de fondo ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) y bajo un sistema de nebulización. Se empleó un diseño de bloques al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones, realizándose 15 injertos por tratamiento. Al final del ensayo, *Lp. patersonii* obtuvo los mejores resultados, además se observa que el patrón *Lp. patersonii* con la púa *Lp.* 'Themba' y hojas enteras mostró el mayor porcentaje de estacas trasplantables con púa viva, un 31%. Con respecto al índice de enraizamiento, no hubo diferencias significativas a lo largo del ensayo.

Title: Effect of the leaf reduction in the scions about the simultaneous rooting-grafting of *Leucospermum* 'Themba' and *Leucospermum* 'Raziya' on *Leucospermum patersonii* and *Leucospermum* 'Spider'

Key words: Proteas, stakes, wounding, clayey, rootstock.

Authors: Herrera-Borges, N., León-Hernández, A.M., Hoyos-Rodríguez, M.C.

Abstract:

The proteas market began in the Canary Islands in the eighties and now covers 60 ha between Tenerife, La Palma and Gran Canaria. The production in the islands is specially focused on the gender *Leucospermum*, being the most important: *Lp.* 'Succession I', *Lp.* 'Succession II', *Lp.* 'Tango', *Lp.* 'Soleil', *Lp.* 'High Gold', *Lp.* 'Sunrise' and *Lp.* 'Vedfire'. To study the propagation of *Leucospermum* through the simultaneous rooting and grafting, a test was carried out in which the rootstock *Lp.* 'Spider' and *Lp. patersonii* were compared, these being tolerant to clayey or alkaline-clayey soils, and the commercial cultivars *Lp.* 'Themba' y *Lp.* 'Raziya' were used as scions. Additionally, the leaf reduction was studied and the wounding was carried on the rootstock base and the bagging of the graft to favour its maintenance. Both rootstocks were used unrooted to evaluate the concurrent rooted-grafted using the slit graft. The rooting of the stakes was carried out in a well-ventilated umbraculum with 50% reduction in natural light, using a substratum composed by peat-polystyrene 4:6 v/v, with bottom heat ($22 \pm 2^{\circ}\text{C}$) and under a fogging system. A random blocks design was used with 8 treatments and 3 repetitions, performing 15 grafts per treatment. At the end of the test, *Lp. patersonii* obtained the best results. Furthermore, it was observed that the rootstock *Lp. patersonii* with the scion *Lp.* 'Themba' and whole leaves showed the highest percentage (31%) of transplantable stakes with live scion. With regard to the rooting index, there were no significant differences during the study.



1. Introducció



La familia de angiospermas *Proteaceae* es conocida por su interés ornamental, cultivándose tanto para flor cortada como para follaje. Originarias de África del Sur y Australia, esta familia cuenta con 80 géneros entre los que destacan *Protea*, *Leucospermum* y *Leucadendron* entre otros.

La característica más importante y que hace tan especial a esta familia es el momento de floración, este tiene lugar en otoño -invierno, justamente la época del año en la que escasean el resto de flores, además de ser una flor duradera y resistente una vez cortada.

La producción de proteas se localiza fundamentalmente en el hemisferio sur, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda y Zimbabwe, y en el hemisferio norte se encuentran en Israel, Hawái, Portugal, Azores y España entre otros.

Canarias es el principal productor de proteas en España, la mayor parte de la producción está destinada a la exportación, principalmente Holanda, llegando también a países europeos como Alemania, Portugal, Francia o Bélgica, incluso a Estados Unidos, Japón o Canadá. Actualmente en Canarias hay unas 60 ha dedicadas al cultivo de proteas, de las cuales 30 se localizan en la isla de La Palma, 25 en Tenerife y 8 en Gran Canaria.

A mediados de los años 70 se inicia en Tenerife el cultivo con fines comerciales de proteas, estas se cultivaron en el Jardín Botánico de la Orotava en el cual se introdujeron las especies más interesantes desde un punto de vista comercial que había en la época. No fue hasta el año 1982 que tuvieron lugar las primeras plantaciones en campo y a partir de 1985 se intensificaron hasta llegar a la producción actual.

En la isla de La Palma el cultivo se inicia en el año 1998 a través de 7 agricultores que contaban con 2 ha plantadas como alternativa a otros cultivos de medianías ya que este se adapta bien a zonas de mayor altitud, suelos poco profundos y pobres. La creación de cooperativas en la isla de La Palma ha permitido un mayor desarrollo e impulso del cultivo al mercado exterior, principalmente a Holanda. Además, el Cabildo de la isla promueve cursos, formación técnica y ofrece subvenciones para la compra de las plantas.

En Tenerife el cultivo de proteas ocupa unas 25 ha y se ha desarrollado en las zonas de medianías, buenas para el cultivo de proteas desde un punto de vista

climatológico. En cambio, estas zonas tienen suelos arcillosos, poco adecuados para el desarrollo de las proteas. Aunque existen algunos cultivares como *Lp.* 'High Gold', *Lp.* 'Tango' y *Lp.* 'Spider' y la especie *Leucospermum patersonii*, que son tolerantes a los suelos arcillosos. De hecho, *Lp. patersonii* (Vogts, 1982) y *Lp.* 'Spider' destacan por ser buenos patrones para suelos alcalino-arcillosos.

La propagación de las proteas suele ser mediante injerto, en este ámbito se han utilizado diversos métodos como: injerto de hendidura, chip modificado o enraizado-injertado. Este último consiste en injertar púas en estacas sin enraizar, fijarlas y colocarlas en camas de propagación con mist-system para lograr el enraizamiento y prendimiento simultáneo (Brits, 1990, Ackerman et al., 1997). Generalmente, en la propagación se busca utilizar patrones tolerantes a condiciones fisicoquímicas desfavorables del suelo como pH elevados, alta conductividad eléctrica, etc. o a ciertas enfermedades como *Phytophthora cinnamomi*.

El sustrato empleado más habitual es la mezcla de turba con poliestireno (Jacobs y Steenkamp, 1975, Malan, 1992; Rodríguez-Pérez, 2017). El lesionado se practica para estimular el enraizamiento de los patrones (Rodríguez-Pérez, 1990; Rodríguez-Pérez et al., 1993; Rodríguez-Pérez et al., 1997; Rodríguez-Pérez et al., 2003) y la reducción foliar para controlar la desecación de la púa (Brits, 1990).

En este ensayo se ha estudiado la propagación por injerto de *Leucospermum* 'Raziya' y *Leucospermum* 'Themba' sobre los patrones *Leucospermum patersonii* y *Leucospermum* 'Spider'. Se han injertado estacas sin enraizar del patrón para lograr de forma simultánea el enraizamiento de la estaca y el prendimiento del injerto. Además, se ha estudiado la influencia del lesionado y la reducción foliar sobre el enraizamiento y la producción de plantas injertadas; todo ello en condiciones de humedad y temperatura controladas.



2. Objetivos



-
-
- Estudio del comportamiento para la obtención de estacas enraizadas e injertadas con púa viva simultáneamente de los cultivares *Lp.* 'Themba' y *Lp.* 'Raziya'.

 - Comparar cuál de las dos variedades de *Leucospermum*, *Lp. patersonii* y *Lp.* 'Spider', enraíza mejor bajo las mismas condiciones y el mismo medio de enraizamiento.

 - Comparar cuál de los dos cultivares de *Leucospermum*, 'Raziya' y 'Themba', es más efectivo en la propagación mediante injerto.

 - Evaluar la influencia de la reducción foliar en la púa.



3. Revisión bibliográfica



3.1 TAXONOMÍA, ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN

Las plantas seleccionadas para la elaboración de este estudio forman parte de una familia floral conocida como Proteas, tratándose esta de uno de los grupos más antiguos de plantas con flor y una de las familias más prominentes de las angiospermas del hemisferio meridional. Esta familia junto con *Nelumbonaceae* y *Plantaceae* constituye el orden de Proteales.

La línea principal de las proteaceas tiene origen antes de la fragmentación de Gondwana.

La familia *Proteaceae* está compuesta por árboles y arbustos, algunos con flores exóticas originadas en el sur del paralelo 20, principalmente en el sur de África, Australia y Nueva Zelanda (**Foto 1**).

Existen unos 80 géneros y 2000 especies, algunas de ellas están adaptadas a la aridez extrema y a veces también a los incendios naturales.

3.1.1 Familia *Proteaceae*

La familia *Proteaceae* está compuesta por 76 géneros y unas 1400 especies que forman parte de ella y que la dividen en cinco subfamilias según Johnson y Briggss (1975), *Proteoideae*, *Persoonioideae*, *Grevilleoideae*, *Sphalmioideae* y *Carnarvonioideae*. Desde un punto de vista comercial, las más interesantes son *Proteoideae* y *Grevilleoideae*, dentro de las *Proteoideae* destacan los géneros *Leucadendron*, *Leucospermum*, *Protea* y *Serruria*.

Proteaceae A. L. de Juss., Gen. Pl. 78 (1789) (proteae)

La familia *Proteaceae* se encuentra constituida por árboles o arbustos, raramente hierbas perennes. Poseen hojas alternas o esparcidas, opuestas o verticiladas, generalmente muy coriáceas, enteras o divididas de diversas formas. Estípulas ausentes. Periantio carolino, tetrámero, valvado, con los tépalos comúnmente doblados o enrollados al abrir.

Tienen cuatro estambres opuestos a los tépalos, normalmente insertos sobre ellos, inusualmente libres. Anteras generalmente con dos lóculos paralelos de apertura longitudinal. Glándulas o escamas hipóginas o periginas, normalmente 4 alternando con los filamentos, libres o unidas de muy diversa forma, a veces ausentes. Ovario súpero, unilocular. Estilo terminal sin dividir. Óvulos 1 o más unidos colateralmente o varios imbricados en las filas contiguas. Fruto en folículo leñoso o coriáceo, más o menos dehiscente. Semillas 1 ó 2, a veces aladas. Embrión recto con cotiledones carnosos y raíz corta, Hutchinson (1959).

3.1.1.1 Distribución y ecología

Gran parte de la población de las Proteas sudafricanas se localiza en su mayoría en la región del Cabo, formando parte del Fynbos, matorral costero que crece en zonas donde solo llueve en invierno y frecuentemente hay incendios en verano por lo que la mayor parte de la vegetación es arbustiva. Las precipitaciones anuales varían entre 180 y 2500 mm y las temperaturas pueden descender hasta los 0°C en los meses de invierno.

Las Proteas forman parte del matorral que cubre las laderas de las montañas, abarcando desde el nivel del mar hasta los 1300 m de altura, aunque en algunos casos hay especies que pueden encontrarse hasta los 2300 m o más.

Con respecto al suelo, estas regiones presentan suelos variados, generalmente son pobres, graníticos y de baja fertilidad, ácidos y bien drenados. Algunos ejemplares pueden vivir en suelos arcillosos, en arena pura o suelos alcalinos con pH superior a 8 como es el caso de *Protea obtusifolia*, *Leucospermum patersonii*.

Los suelos en los que habitan las Proteas australianas son generalmente pobres en nutrientes, arenosos o pedregosos.

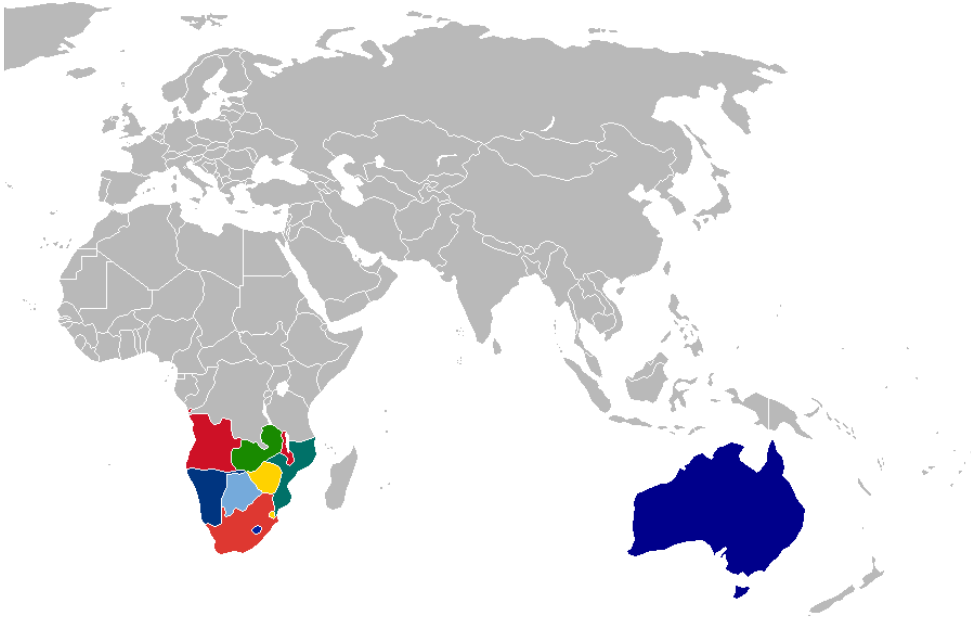


Foto 1. Localización geográfica del origen de la familia *Proteaceae*. Fuente: Euroturismo (2019).

3.1.2 Género *Leucospermum*

Se trata de arbustos con un solo tallo o múltiples desde la base que alcanzan una altura de 1-5 m, o arbustos postrados, extendidos y con tallos decumbentes de 1-5 m de diámetro. Hojas alternas laxamente ascendentes o imbricadas, sésiles o pecioladas, de 15-14 cm de longitud, elípticas o lineares, oblongo lanceoladas, ovales, obovadas o espatuladas; enteras o con hasta 17 dientes en el ápice, glabras, pubescentes, con mucha frecuencia recubiertas de un indumento corto de pelos finos, crispados, entremezclados con tricomas erectos, sedosos.

Inflorescencia dispuesta en capítulos axilares, sésiles a pedunculadas, solas o en grupos de hasta 10 por rama florífera, globosa ovoide, deprimidas, de 2-15 cm de diámetro.

Receptáculo involucral cilíndrico, cónico, globoso o aplastado. Brácteas involucrales lineares u ovadas, subescarrosas, cartilaginosas o membranosas, glabras o pubescentes, pequeñas verdosas inconspicuas cuando están frescas. Bracteolas lanosas en la base, púbérulas o glabras apicalmente, que de manera ocasional pueden agrandarse y hacerse

leñosas después de la polinización, con un periantio de 1.5-5 cm de longitud, tubular-cilíndrico en botón, recto o adaxialmente curvado, de colores blanco, rosa, amarillo, naranja o escarlata, con tres uñas adaxiales unidas para formar una vaina. La uña adaxial solo está unida en la base a las otras tres. Tubo del periantio de 0.3-1.0 cm de longitud, cilíndrico o angosto en la base e inflado en el ápice. Limbos de los periantios ovados o lanceolados, agudos.

Anteras sésiles o subsésiles, con el conectivo prolongado en una protuberancia apuntada o redondeada. Estilo curvado adaxialmente o recto, de 1-8 cm de longitud, alargándose muy rápido y arqueándose hacia arriba entre las tres uñas fusionadas y la uña libre, pudiendo ser a menudo ahusado subterminalmente. Presenta el polen de forma cilíndrica, clavada, ovoide, cónica u oblicuamente turbinada. La hendidura estigmática es terminal u oblicua.

Ovario de 1-2 mm de diámetro pubérulo, diferenciado de manera escasa desde la base del estilo, locular, con un sólo óvulo, péndulo.

Escamas hipogíneas 4, de 1-3 mm de longitud, lineares a deltoide-subuladas. Fruto en aquenio, ovoide a cilíndricos, de 4-8 mm de longitud, ampliamente emarginados en la base, glabros o diminutamente pubescente, Rourke (1972).

3.1.2.1 Distribución y ecología

El género *Leucospermum* cuenta con 48 especies, todas ellas procedentes del sur de África. Su distribución abarca desde las tierras altas de Zimbabwe, a través de la parte oriental de Transavaal Drakensberg hasta Zwaziland a Natal, desde ahí se distribuye por el cinturón costero del Este y Sudeste del Cabo, hasta el Sudeste de esta provincia, con ciertas poblaciones apartadas en Naqualand. Únicamente hay tres especies, *L. saxosum*, *L. gerrardi*, y *L. innovans*, que se localizan fuera de los límites del Cabo, mientras que el 92% de las especies conocidas se encuentran en Port Elizabeth y en la desembocadura del Oliphants River.

La mayor parte de las especies se hallan en un cinturón a lo largo de la costa sur del Cabo, entre Stanford y la desembocadura de Breede River, donde aproximadamente se encuentra el 30 % de las especies conocidas. Los rangos geográficos de la mayoría de

las especies son pequeños, pudiendo darse el caso de que muchas de ellas se ubiquen en una milla cuadrada. Serán pocas las especies que dispongan de rangos más amplios de distribución. Es por ello que, en muchos aspectos, la distribución de *Leucospermum* es paralela a la de muchos géneros típicos del Cabo, como *Phylica*, *Muraltia*, *Cliffortia* y *Ariste*.

Los suelos en que se desarrolla la mayor parte de las especies en el Cabo, son de tipo muy ácido derivados de areniscas procedentes de Table Mountain. Serán pocas las que se desarrollan sobre sustrato silíceo proveniente de la descomposición de cuarcitas lavadas. Fuera de los límites del Cabo, las especies se encontrarán sobre suelos derivados de areniscas y cuarcitas.

Hay varias especies que viven sobre suelos pesados arcillosos, como es el caso de *L. grandifolium*, *L. lineare*. También se da el caso de que vivan sobre arenas estabilizadas parcialmente, de origen terciario o de reciente formación.

3.1.2.2 Polinización

La ornitogamia es el principal tipo de polinización dándose también, aunque en menor proporción, la polinización entomófila. La inflorescencia de *Leucospermum* se describe siguiendo la terminología de Faegri y Van de Pijl (1966, citados por Rourke, 1972), como “tipo cepillo”.

En el momento de la antesis, los estilos alargados se proyectan libres de los segmentos del periantio y, a la vez las anteras descargan el polen en los presentadores de polen, cuando se encuentran completamente expandidos, los estilos se encuentran erguidos por encima del nivel de los enrollados segmentos periánticos, llevando los presentadores cubiertos de polen.

El néctar, que es producido en grandes cantidades, presenta gran viscosidad y se exuda de los ápices de las escamas hipoginas, llenando el tubo periántico, pudiendo llegar a colmarlo formando una gotita en la boca del tubo. Este néctar, parece ser bastante atractivo para numerosos insectos que, si bien no juegan un papel importante en el

transporte del polen, sirven de atractivo adicional para las aves polinizadoras, las cuales son insectívoras.

Entre las aves que se consideran polinizadoras tenemos: *Promerops cafer* L. (pájaro del azúcar del Cabo), *Nectarina famosa* L., *Anthophes violacea* L. y *Cinnyris chalybeus* L.

Entre los insectos polinizadores destaca por su importancia el *Anisonyx ursus* F., que se encuentra localizado en varios lugares del Sudeste del Cabo sobre muchas especies de *Leucospermum*. También hay que destacar otras especies de insectos polinizadores como pueden ser: *Trichostetha fascicularis*, *T. capensis*, *T. albopicta* y *Peritrichia capicola*.

Las flores del género *Leucospermum* son protandras y ha podido ser demostrado por experiencias de polinización controlada, que la mayoría de las especies son incompatibles (Horn, 1962, citado por Rourke, 1972).

3.1.2.3 Secciones taxonómicas

Una sección taxonómica se compone de especies cuya morfología floral y otras características, son muy parecidas, más que con otras especies pertenecientes a otras secciones, Rourke (1972).

El género *Leucospermum* está constituido por 9 secciones taxonómicas:

1. Crasicaudex
2. Conocarpodendron
3. Tumiditubus
4. Brevifilamentum
5. Cardinistylus
6. Leucospermum
7. Diastelloidea
8. Xericola
9. Crinitae

3.1.2.4 *Leucospermum cordifolium*



Foto 2. *Leucospermum cordifolium*. Fuente: Wikipedia (2019)

Leucospermum cordifolium (Salisb. ex Knight). Fourcade en Trans. R. Sos. S. Afr. 21 :97 (1.932); Rourke en JLS. Afr. Bot. 33 :268 (1.967).

Leucospermum cordifolium Salisb. ex Knight en Knight, cult. Prot.: 54 (1.809). Tipo: Groot Hout Hoek, Nive 48, en herb. J. E.. Smith. Lectotipo (LINN), isotipo en Herb. Martii (BR), Fragm. en Salisb. mss. vol. 5:523 (BM).

Leucospermum nutans R. Br en Trans. Linn. Soc. Lond. 10: 98 (1.810); Philips & Stapf in Fl. Cap. 5 : 614 (1.912). Tipo : " *Leucospermum nutans*, Africa australis, Mr. Masson"(BM).

Protea nutans (R.Br) Poir. ex Steudel, Nomecl. Bot e d. 2 ,2:400 (1.841).

Leucospermum nutans (R. Br) O. Kuntza, Rev. Pl. 2 : 579 (1.891).

Leucospermum bolusii Phillips en Kew Bull. 1910: 330 (1.910), non Gandoger 1.901; Phillips y Stapf en F. Cap .5:615 (1.912); Rourke en JL. S. Afr. Bot. 33:268 (1.967). Tipo: In collibus prope Elim, 9/12/1.896, Bolus 8587, holotipo (K), isotipo (BOL).

Leucospermum mixtum Phillips en Kew Bull. 1910: 330 (1.910), non Gandoger 1.910; Phillips y Stapf en Fl Cp. 5: 615 (1.912); Tipo: Cape, sin localidad o recolector, (K).

Leucospermum integrifolium Gandoger y Schinz en Bull. Soc. Bot. Fr. 60:53 (1.913).
Tipo: Klynrivierskloof, Zeyher 3.678, Holotipo en herb. Gandoger (LY).

Leucospermum meisneri Gandoger en Bull. Soc. Bot. Fr. 60:54 (1.913). Tipo Zwartberg,
Zeyher 3.678b, Holotipo en her. Gandoger (LY).

Arbusto de porte extendido, redondeado que puede llegar a alcanzar los 2 metros de diámetro y una altura de 1,5 metros. Formado por un tallo principal con ramas secundarias que se extienden horizontalmente llegando a dirigirse hacia el suelo en algunas ocasiones. Las ramas floríferas son subrectas o extendidas horizontalmente, poseen un diámetro de entre 5-8 mm y cuentan con pelos finos, aunque tienden a ser glabras. Las hojas son, ovadas o cordadas y enteras a oblongo-oblusas con hasta seis dientes en el ápice de 2-4.5 cm de ancho y de 2-8 cm de largo, pubescentes al principio, y luego glabras, oblongo-oblusas en la parte más baja de las ramas, pasando a ovado-cordadas y enteras debajo de la inflorescencia.

Poseen una inflorescencia globosa-deprimida que puede encontrarse solitaria o en grupos de 2-3, con diámetros que van desde los 10 hasta los 12 cm aproximadamente. Resulta habitual que las inflorescencias sean pedunculadas y formen un ángulo recto con respecto a la rama florífera. El receptáculo involucral es estrechamente cónico, agudo, de hasta 3-3,5 cm de largo y 8 mm de ancho (**Foto 2**)

Las brácteas involucrales ovado-acuminadas, de 4-5 mm de anchura y 8 mm de longitud, cercanamente adpreso-imbricadas cartilaginosas, finamente tomentosas. Las bractéolas obtuso- acuminadas, cóncavas, con el ápice incurvado, de 7 mm de ancho y 8-10 mm de largo, cartilaginosas, gruesamente lanosas basalmente. Periantio de 3-3,5 cm de largo, de color amarillo, naranja o escarlata. Tubo del periantio de 8-10 mm de longitud, cilíndrico, glabro. Las tres uñas adaxiales unidas en una vaina sigmoidalmente curvada, glabra, pero hispida en los márgenes de las dos uñas laterales, fuertemente enrollada subterminalmente en dirección adaxial. La uña adaxial esparcidamente pulverulenta. Limbos del perianto ovado-agudos, de 3 mm de longitud y 2 mm de ancho, hispídos. Anteras subsésiles, obovadas. Filamentos de 1 mm de largo, con dos protuberancias carnosas en la base. Estilo de 4,5-6 cm de longitud, situado horizontalmente, pero curvado oblicuamente turbinado, con el ápice truncado que lleva

una hendidura estigmática en posición oblicua. Escamas hipóginas subuladas, de 2 mm de largo, Rourke (1972).

3.1.2.4.1 Distribución y ecología

En Aries Kraal pueden observarse las poblaciones de *Leucospermum cordifolium* situadas más al norte, en las estribaciones sudorientales de Kogelberg. Es desde ahí que se expande hacia el Sur, a través de Bot River, Onrus, Shaws's Pass, Caledon y Standford hasta Napier, Bredasdorp y Elim. La concentración más al sur está en el borde meridional de Soetanyberg, localizándose todas estas zonas en la República de Sudáfrica.

Los grupos que se encuentran son densos, contando cada uno con hasta 100 ejemplares, aunque se encuentran grupos en los que los individuos están algo más esparcidos. La especie solo se desarrollará en suelos ácidos, derivados de las areniscas de Table Mountain, en terrenos montañosos, abiertos, a altitudes entre 30 y 450 m.

La pluviometría anual ronda los 625-1125 mm, concentrándose fundamentalmente en la estación invernal.

La floración de *Leucospermum cordifolium* abarca el periodo desde finales de invierno hasta el verano. La coloración del perianto y del esturo varía entre el amarillo y el escarlata, siendo el naranja vivo el color más habitual.

3.1.2.5 *Leucospermum formosum*



Foto 3. *Leucospermum formosum*. Fuente: Botany.CZ (2019)

Leucospermum formosum (Andr.) Sweet, Hort. Suburb. Lond.: 21 (1818); no *L. formosum* (Salisb. Ex Knigth) Loud., Encycl. Pl.: 82 (1829).

Protea formosa Andr., Bot. Repos. t. 17 (1798).

Leucospermum formosum (Andr.) Salisb. Ex Kingth in Kingth, Cult. Prot.: 54 (1809).

Leucospermum formosum (Andr.) O. Kuntze, Rev. Gen. Pl. 2: 578 (1891).

Se trata de un arbusto erecto de unos 3 m de altura, con tallos florales erectos de 8 mm de diámetro y cubierto por un denso indumento de pelos finos intercalados con largos tricomas erectos de 5-7 mm de largo. Posee hojas lanceoladas elípticas de 6,5-10 cm de largo y entre 1,4-2 cm de ancho, son hojas sésiles a subsésiles y textura aterciopelada cubierta por un denso indumento de pelos grises finos.

Las inflorescencias tienen aproximadamente unos 15 cm de diámetro, pedunculadas, con un pedúnculo de 1-2 cm de largo, generalmente son solitarias y rara vez se encuentran en grupos de 2 o 3. En la apertura, los estilos se alargan rápidamente y se curvan hacia el envés cuando la inflorescencia se va desarrollando. El receptáculo involucral es estrechamente cónico, agudo, de 5-5,5 cm de largo, 1-1,5 cm de ancho. Las brácteas ovadas involucrales agudas, de 1-1,5 cm de largo, 0,7 cm de ancho, están

fuertemente imbricadas, delgadas y de textura como el papiro, con la superficie exterior puberulenta, y con los márgenes ciliados. Bractéolas lanceoladas agudas a acuminadas, de 2 cm de largo, 0,8-1 cm de ancho, con los márgenes ciliados. Perianto de 5 cm de longitud, de color amarillo dorado (**Foto 3**). Tubo del perianto 1 cm de largo, un poco comprimido lateralmente, glabras en su parte proximal, y pubérulas en su parte distal. Los miembros del perianto son acuminados muy estrechamente lanceoladas, de 7 mm de largo, 1 mm de ancho, con la superficie exterior plagado de tricomas largos y erectos; estilo de 7-8 cm de largo, alargado rápidamente, disminuyendo y girando en sentido horario subterminalmente, de color amarillo pálido que se convierte en ámbar barrido con bronce. El presentador de polen es estrecho, cilíndrico, agudo, de 0,7 cm de largo, ligeramente geniculado, curvado hacia la derecha casi en ángulo recto con respecto a estilo; blanco, en el envejecimiento a rosa; con ranura estigmática terminal. Escalas hipóginas subuladas 3 mm de largo, Rourke (1972).

3.1.2.5.1 Distribución y ecología

Únicamente se conocen unas pocas poblaciones dispersas de *Leucospermum formosum* en la vertiente sur de la Cordillera de Langeberg entre Dassieshoek Peak, Robertson y Duivels Kop cerca de George. La población que se localizaba en el paso de Gracia donde Galpin recogió en el año 1897 muestras, parece haber sido exterminada. Ruitersbos, es lugar en el que se encuentran los ejemplares más grandes y vigorosos, y es ahí precisamente donde la especie esta amenazada por la deforestación.

Leucospermum formosum crece solamente en lugares frescos, orientados al sur, con alturas que rondan los 200-900 metros y con suelos de turba húmeda. La precipitación media anual de 250- 400 mm se distribuye uniformemente a lo largo del año. La vegetación asociada a esta especie consiste en plantas de altura esclerófilas densas, sobre todo Ericaceae, Restionaceae y Proteaceae.

La floración tiene lugar de septiembre a octubre.

3.1.2.6 *Leucospermum patersonii*

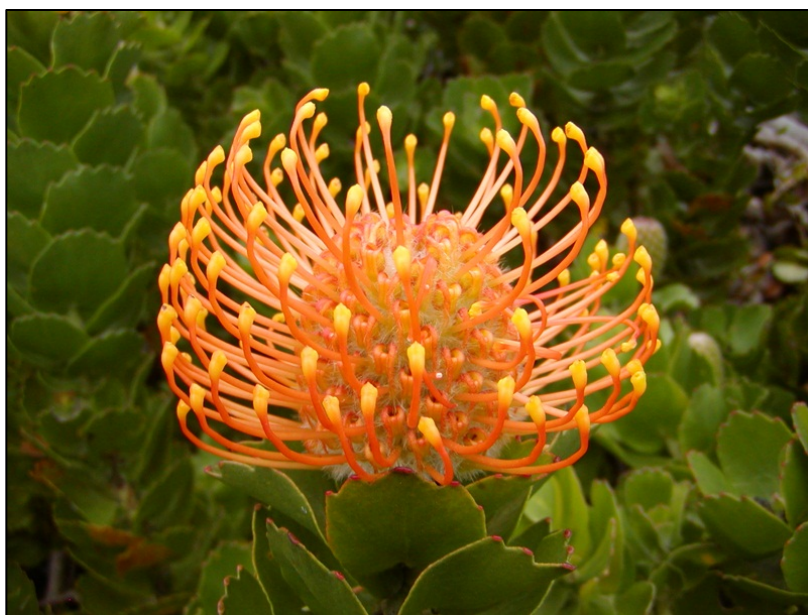


Foto 4. *Leucospermum patersonii*. Fuente: The Fynbos Hub (2019)

Leucospermum patersonii Phillips en bothalia 2:474 (1928). Sin tipos: Montañas de Hermanus, Oct. 1922, Paterson s. n. (11453 en herbario de Marloth, PRE); montañas de Hermamus, Oct 1.928, Paterson s.n. (PRE 7797, lectotipo).

Arbusto redondeado que puede alcanzar hasta los 4 metros de altura. Las ramas florales son erectas y tienen consistencia leñosa, con diámetro de 8-10 mm aproximadamente y cubiertas de un indumento denso y corto de pelos finos y crispados que se mezclan con tricomas rectos y extendidos. Las hojas están imbricadas, glabras, muy anchamente oblongas a oblongas, 5-9 cm de longitud y 3-5 cm de ancho, cordadas a auriculadas en su base. El ápice es redondeado con 3-8 dientes.

Las inflorescencias ovoides a globosas, de 8-9 cm de diámetro, suelen encontrarse solitarias, aunque ocasionalmente forman grupos de 2-3 inflorescencias. Son pedunculadas, pedúnculo de 1-2 cm de longitud. El receptáculo involucral es estrechamente cónico agudo, de 4-5 c. de largo, 0,7-10 cm de ancho. Las brácteas involucrales ovado-acuminadas, de 1 cm de longitud y 0,7 cm de anchura, fuertemente adpreso-imbricadas, cartilagosas, diminutamente puvérulas a glabras. Bractéolas obovado-cimbiformes, ápice acuminado, densamente lanosas basalmente, de 10 mm de longitud y 8 mm de anchura. Perianto de 2,5-3 cm de largo, muy fuertemente curvado adaxialmente en estadio de botón floral, de color naranja a escarlata (**Foto 4**). El tubo del

periantio es de 50 mm de longitud, cilíndrico, glabro. Uñas del periantio curvadas sigmoidalmente la ántesis, aguzándose y haciéndose fuertemente recurvadas subterminalmente, densamente lanosa. Limbos del perianto ovados, de 4 mm de largo, de longitud, fuertemente arqueado adaxialmente en la porción subterminal. Presentadores del polen oblicuamente turbinado, de 3-4 mm de largo y 2 mm de diámetro, hendidura estigmática oblicua. Escamas hipogíneas de 4 mm de longitud, subuladas, de color naranja pálido, Rourke (1972).

3.1.2.6.1 Distribución y ecología

La especie *Leucospermum patersonii* se extiende a lo largo del Cabo Agulhas hacia el Oeste y a lo largo del cinturón costero hasta Standfor, aunque hay una población fuera de esta zona concretamente en Heuningklip Kloof.

Esta especie se localiza en lugares cercanos a la costa, restringidas a las crestas calizas próximas al mar, repartiéndose entre altitudes de 45-240 m. Las características edafológicas del suelo son de tipo calizo derivado de las rocas propias del lugar.

Es posible que la especie tenga cierta resistencia al fuego, de esta manera las plantas adultas tienen la capacidad de regenerarse a partir de los ápices de las ramas, siempre y cuando la intensidad del fuego no haya sido demasiado grande.

Leucospermum patersonii florece de agosto a diciembre en el hemisferio sur, y de enero a julio en el hemisferio norte, apareciendo normalmente formando masas densas asociada a otras especies de proteáceas calcífilas, tales como *Protea obtusifolia*, *Leucadendron meridianum*, y *Mimetes saxatilis*.

3.1.2.7 *Leucospermum tottum*



Foto 5. *Leucospermum tottum*. Fuente: Wikipedia Commons (2019)

Leucospermum tottum (L.) R. Br. in Trans. Linn. Soc. Lond. 10: 97 (1810); Phillips & Stapf in Fl. Cap. 5: 621 (1912); Vogts in Flower. Pl. S. Afr. 35: 1380 (1962).

Protea totta L., Mant. Alt.: 191 (1771). Type: “Rode Zand mountains, 3 ft., whole thickets, fl. August”, Tulbagh s.n. sheet no. 116·35 (LINN).

Protea totta L., Poir. in Lam., Encycl. Meth. Bot. 5: 644 (1804), “totta”.

Leucospermum tottum (L.) O. Kuntze, Rev. Gen. Pl. 2: 579 (1891).

Leucadendron horizontale Salisb. ex Knight in Knight, Cult. Prot.: 53 (1809), no superfl.

Arbusto erecto, muy ramificado, de 1-2 m de diámetro, con un solo tronco principal y ramas extendidas horizontalmente. Los tallos florales tienen crecimiento horizontal, 5-7 mm de diámetro; escasamente pilosos a glabros y de color rojizo. Las hojas son sésiles, glabras, lanceoladas a oblongas, aguda lineal y en ocasiones cordadas en la base, entre 0,5-1,5 cm de ancho, 2,5-6 cm de largo; generalmente con ápice, de vez en cuando con 2 o 3 dientes.

Las inflorescencias son generalmente solitarias, cónicas, deprimidas, convirtiéndose en discoidal en la apertura, de 9-15 cm de diámetro, pedunculadas y con un pedúnculo de 2-3 cm de largo. Receptáculos involucrales estrechamente cónicos, de

3-4 cm de largo, 4 mm de ancho. Brácteas involucrales ampliamente ovadas a ovado acuminado de 4-7 mm de ancho, 1-1,5 cm de largo, ampliado en 2 alas membranosas en la próxima media; glabras, pero con márgenes ciliados.

Bractéolas ampliamente ovadas, de 15 mm de largo, 8 mm de ancho, suavemente membranosas, pubérulas y distalmente glabras, con ápices acuminados. Perianto 4-4,5 cm de largo, de color rosa pálido (**Foto 5**). Tubo del perianto de 7 mm de largo, glabro o muy esparcidamente piloso, un poco comprimido lateralmente. Garras del perianto de 1 mm de ancho, finamente pilosos, las 3 garras adaxiales fusionadas en una vaina, convirtiéndose en espiral sobre la apertura en la región subterminal. Extremidades del perianto ovadas, de 3 mm de largo, 1,5 mm de ancho, sin brillo, de color carmín a marrón. Anteras subsésiles, ovadas a lanceoladas, de 2 mm de largo. Estilo de 5 cm de largo, ligeramente curvado adaxialmente. Presentador de polen ovoide, agudo, de 1- 1,5 mm de diámetro, superficie adaxial oblicua, ranura estigmática terminal. Escalas hipóginas subulada lineal, de 2 mm de largo, Rourke (1972).

3.1.2.7.1 Distribución y ecología

Leucospermum tottum se extiende desde el norte, Cedarberg Ezelbank, hacia el sur a través de la Bobbeveld Fría, Ceres, Tulbagh, Worcester y las montañas de Paarl a Villiersdorp. A excepción de unas pocas masas densas en la Zuurvlakte cerca de Tulbagh y cerca Villiersdorp, *Leucospermum tottum* tiende a ser una especie más bien solitaria. Pueden encontrarse algunas poblaciones aisladas y pequeñas muy dispersas en el accidentado terreno montañoso en alturas que rondan los 30-2000 m. El rango de hábitats ocupados va desde muy caliente al norte, y seco hacia posiciones en el Cedarberg, recibiendo de 150 a 200 mm anuales al sur, húmedo frente laderas, donde la precipitación anual puede ser de hasta 600 mm.

La floración tiene lugar de septiembre a enero.

3.1.2.8 *Leucospermum* 'Sunrise'



Foto 6. *Leucospermum* 'Sunrise'. Fuente: Grassy Knoll Exotic Plants (2019)

Este cultivar es fruto del cruce de *Leucospermum cordifolium* x *Leucospermum patersonii*. La inflorescencia, de color amarillo (**Foto 6**), puede encontrarse solitaria o formando grupos de dos o tres. Su porte es arbustivo, robusto y resiste al viento además de tolerar la luz directa y las heladas hasta los -4°C.

El periodo de floración de *Leucospermum* 'Sunrise' abarca los meses de agosto a septiembre en el hemisferio sur.

3.1.2.9 *Leucospermum* 'Raziya'



Foto 7. *Leucospermum* 'Raziya'. Fuente: Snyman Flora (2019).

L. 'Sunrise' x 'Sunrise': G Venecourt. H: 1996. S: 2001. REG: ARC de 2003. PBR concedida en Sudáfrica de 2003, expira en 2028.

Cabeza floral de color rojo oscuro (RHS 46C), cintas de color rojo pálido, el estilo profundo de color rojo, polen se presenta de color amarillo (**Foto 7**).

Florece entre agosto y mediados de septiembre (hemisferio sur).

3.1.2.10 *Leucospermum* 'Spider'



Foto 8. *Leucospermum* 'Spider'. Fuente: Flickr (2019)

Leucospermum 'Spider' (**Foto 8**) (*L. formosum* x *L. tottum*) seleccionado y nominado por VOPI (Vegetable and Ornamental Plant Institute, Sudáfrica) en 1975 y Registrado en 1997 como patrón, presenta las siguientes características (Van der Merwe, 1985):

1. Buena compatibilidad con otros cultivares
2. Buena aptitud frente a la técnica del injerto sobre estacas no enraizadas
3. Tolerancia a *Phytophthora*
4. Su utilización podría suponer un incremento de la producción de muchos cultivares en suelos atípicos (suelos arcillosos).

Con vistas a una mejor adaptabilidad a los diferentes suelos y obtener una mejor producción de las plantas de *Leucospermum*, la selección de los patrones es una medida muy importante, Van der Merwe (1985). En este sentido se recomienda el injerto sobre patrones como *L. patersonii*, cuando se presentan problemas en suelos calizos, Brits (1984). También *L. saxorum* ha sido seleccionado por tener una baja susceptibilidad a *Phytophthora*, Moffat y Turnbull (1993) y una selección de *L. patersonii*, llamada 'Nemastrong', ha demostrado que presenta una tolerancia a nematodos, Ackerman et al., (1997). También *L. 'Spider'* lo llevan usando muchos productores comerciales de Sudáfrica desde hace mucho tiempo como patrón, (Brits, 1990) debido a que presenta un

alto grado de tolerancia a *Phytophthora cinnamomi* como se demostró en los resultados de una investigación realizada con 19 especies y varios híbridos.

En una experiencia previa en que se estudió la propagación por estaca de este cultivar en dos condiciones ambientales diferentes (invernadero y umbráculo), previo tratamiento con diferentes concentraciones de IBA, se obtuvo un 100% de estacas trasplantables a las 12 semanas desde el inicio del ensayo, tanto en invernadero como en umbráculo, con 2000 ppm de IBA y utilizando como medio de enraizamiento una mezcla de turba y poliestireno (4:6, en volumen).

3.1.2.11 *Leucospermum* 'Caroline'



Foto 9. *Leucospermum* 'Caroline'. Fuente: Crescent Hill Nursery (2019)

Ls. cordifolium x *Ls. tottum* O: P Barlow. S: 1975. N: VOPI. I & REG: 1979.

Inflorescencia rosada-rojo de 11 cm de diámetro (**Foto 9**). Las flores de *Lp.* 'Caroline' son comercializables entre los meses de septiembre y noviembre.

3.1.2.12 *Leucospermum* 'High Gold'



Foto 10. *Leucospermum* 'High Gold'. Fuente: Protea World (2019)

Cultivar fruto del cruce de *Leucospermum cordifolium* 'Yellow Bird' x *L. partesonii*. La inflorescencia mide unos 10-11 cm de diámetro aproximadamente, de color amarillo limón y normalmente solitaria, aunque ocasionalmente en grupos de dos o tres (**Foto 10**).

El arbusto tiene porte extendido redondeado, puede medir unos 2 metros de diámetro y sus ramas floríferas son subrectas o extendidas horizontalmente. Hojas patentes o subrectas, ovadas.

Las flores son comercializables los meses de febrero a abril.

Obtenido por el VOPI (Instituto de Plantas Ornamentales y Vegetales del Consejo de Investigaciones en Agricultura de Sudáfrica) en 1980.

3.1.2.13 *Leucospermum* 'Themba'



Foto 11. *Leucospermum* 'Themba'. Fuente: Demooij Import (2019)

'Caroline' x 'High Gold' O: G Venecourt H: 1995.. S: 1999. REG: ARC de 2004. PBR concedida in Sudáfrica de 2005, expira en 2030.

Cabeza floral de color naranja (RHS 31B), cintas naranja verdosas, con el estilo también naranja (**Foto 11**). Floración entre finales de septiembre y finales de octubre.

3.2 PROPAGACIÓN VEGETATIVA

Este sistema de propagación se basa en la utilización de partes vegetativas de la planta madre como puede ser hojas, tallos, raíces, etc. a partir de las cuales se obtendrán nuevas plantas con las mismas características genéticas que la original.

En este tipo de propagación se desarrollan diversas técnicas que se citan de manera general a continuación: acodo, injertos, estaquillado, etc. Tanto las estacas de tallo como los acodos son capaces de formar raíces adventicias, las estacas de raíz pueden generar un nuevo sistema radicular mientras que los esquejes de hoja regeneran tanto las raíces como los nuevos tallos, Hartman y Kester (1981).

Se trata de un sistema de propagación muy ventajoso en cuanto a la obtención de plantas en un corto periodo de tiempo, además dichas plantas cuentan con las mismas características genéticas que la planta madre, es decir reproducen toda la información de la planta progenitora permitiendo así perpetuar las características específicas. Estas peculiaridades diferencian la propagación vegetativa de la reproducción sexual.

Para la propagación de especies pertenecientes a la familia *Proteaceae* según Vogts (1982) y Hartman y Kester (1981), será necesario la utilización la propagación asexual en los siguientes casos:

- Debido a razones económicas ya que en ocasiones la propagación por semillas en ciertas especies resulta complicada y poco beneficiosa.
- Para reducir los periodos juveniles, provocando de este modo una floración más temprana en comparación a la propagación por semilla.
- En todos los cultivares e híbridos, incluso si producen semillas viables, ya que pueden dar lugar a características no deseables.
- Cuando se trata de una especie extraña o en peligro de extinción, donde la fuente de obtención de la semilla sea tan pequeña que se haga necesaria la utilización de otras técnicas o métodos de propagación.

3.2.1 Propagación por estacas

La propagación por estacas se basa en la obtención de segmentos de la planta madre como hojas, segmentos de tallo, raíces u órganos especializados y colocarlos en un medio favorable con las condiciones adecuadas que permitan que estos se regeneren y formen una planta completa, Martínez et al. (1989). Se emplea tanto en plantas perennes como caducas en la horticultura ornamental.

En esta clase de propagación se presenta la ventaja de poder obtener de forma rápida, sencilla y económica gran cantidad de plantas nuevas a partir de pocas plantas madre y en un espacio limitado. Además, las plantas obtenidas presentan un alto porcentaje de uniformidad entre ellas y muy poca variabilidad genética con respecto a la planta madre, Hartman y Kester (1981).

3.2.1.1 Tipos de estacas

En función de la parte de la planta madre de la que han sido extraídas como tallos, tallos modificados, hojas o raíces. En base a esto, se pueden hacer diversos tipos de estacas los cuales se clasifican en función de la parte de la planta de la cual se han obtenido.

3.2.1.1.1 Estacas de tallo

Este tipo de estaca es el más recomendado para la propagación de proteas. A través de segmentos de ramas que contengan yemas terminales o laterales junto con el sustrato y las condiciones adecuadas, pueden producirse raíces adventicias obteniendo así plantas independientes. Según Martínez et al., (1989) y Hartman y Kester, (1981) este tipo de estaca se puede subdividir a su vez en función de la naturaleza de la madera usada:

- Estacas de madera dura en especies caducifolias

Se trata de un método de propagación fácil y poco costoso que incluye una preparación y conservación del material sencilla ya que no se estropean con rapidez. En este tipo de propagación mediante estacas de tallo el material se recoge en la estación de

reposo, (finales de otoño, invierno, inicio de la primavera). Habitualmente se escoge la madera del año anterior de plantas madre sanas y vigorosas. Las estacas deben estar provistas de una amplia reserva para poder nutrir a las raíces y los tallos en desarrollo hasta que puedan hacerlo por ellos mismos.

No es aconsejable seleccionar madera con entrenudos muy largos o que proceda de ramas muy pequeñas y débiles del interior de la planta, además los fragmentos deben portar como mínimo dos nudos. Con respecto al tamaño, la longitud varía dependiendo de la especie entre los 10 cm y los 75 cm con un diámetro que oscila entre 1,5 cm y 5 cm.

- Estacas de madera dura en especies perennes

Esta clase de propagación es frecuente en coníferas, se caracteriza por un enraizamiento lento que puede durar desde varios meses hasta un año. En función de la procedencia del material vegetal variará la duración del periodo de rizogénesis. Si la madera proviene de plantas madre jóvenes procedentes de semilla el enraizamiento será más rápido y sencillo que en el caso de material procedente de árboles viejos.

Según Martínez y Águila (1989) el lesionado puede resultar beneficioso en esta clase de propagación. La mejor época para su recolección es el otoño y finales de invierno, además no se trata de un material de fácil conservación, este debe usarse rápido una vez recolectado. Los mejores resultados se han obtenido en invernaderos con alta luminosidad y humedad relativa junto con temperaturas de 24-26,5 °C.

- Estacas de madera semidura

El empleo de esta clase de estacas es habitual y muy utilizado en la propagación vegetativa de proteas. Se obtienen de especies leñosas perennes y en algunos casos caducas. Su recogida se lleva a cabo en los meses de verano en ramas nuevas, justamente después de un periodo de crecimiento en el que la madera ha madurado en parte y en fase no activa de crecimiento, Martínez y Águila (1989).

El tamaño de las estacas oscila entre los 7 cm y los 15 cm, estas deben estar provistas de hojas en el extremo superior, las de la parte inferior se eliminan. En caso de tener hojas muy grandes se recurre a la reducción foliar para reducir la pérdida de agua, por tanto, es habitual el uso de aspersiones intermitentes de agua y el calor de fondo.

- Estacas de madera blanda o suave

Estas estacas se preparan a partir del crecimiento primaveral nuevo en especies leñosas caducas o perennes y siempre se hacen dejándoles hojas. El enraizamiento es sencillo y más rápido que el de otros tipos, pero tiene el inconveniente de que requieren mayor atención para evitar la desecación. Resulta importante escoger bien la madera de la planta madre ya que aquella muy suave y tierna pudre antes de enraizar y la madera vieja y leñosa enraízan con mucha lentitud. El mejor material es aquel que tiene algo de flexibilidad, pero se rompe al doblar con brusquedad.

- Estacas herbáceas

Procedentes de plantas herbáceas o suculentas de invernadero, suelen ir provistas de hojas y miden entre los 7-15 cm. Las condiciones de enraizamiento son similares a las de las estacas de madera blanda, es decir alta humedad relativa y calor de fondo. Su enraizamiento es sencillo y no son necesarias sustancias que ayuden a la emisión de raíces, aunque se utilizan para lograr uniformidad.

3.2.1.1.2 Estacas de hojas

En este tipo de estacas se emplea el limbo o lámina de la hoja para iniciar una nueva planta, Hartman y Kester (1981). La recogida del material puede realizarse en cualquier época del año siempre y cuando la hoja sea nueva y esté plenamente expandida.

Entre las desventajas de la propagación por estacas de hoja destacan la aparición de podredumbres y enfermedades que son la causa principal de fracaso de esta técnica además del bajo número de plantas desarrolladas por hoja, Mac Millan (1990).

3.2.1.1.3 Estacas de hoja y yema

Según Hartman y Kester (1981) este tipo de estaca consiste en una hoja completa y una pequeña porción de tallo con la yema axilar correspondiente. Este método sirve de especial ayuda cuando hay poco material de propagación y este tiene yemas bien desarrolladas y hojas sanas y en crecimiento.

La hoja será la que aporte los nutrientes para el sustento de la estaca y para los necesarios procesos regenerativos, la yema es el núcleo del nuevo sistema caular, y en la porción del tallo se producirán las raíces Mac Millan (1990).

Las estacas de hoja con yema se han utilizado para propagar algunas proteas como son: *Telopea speciosissima* x *T. mongaensis*, *L. 'Safari Sunset'*, *Leucospermum patersonii* y *Protea obtusifolia*, Rodríguez Pérez (1989).

Ventajas:

- Obtención de un elevado número de plantas a partir de poco material.
- Las estacas de hoja con yema ocupan menos que las estacas de tallo, en las camas de propagación.

Inconvenientes:

- El proceso es más lento que con las estacas de tallo.
- Las plántulas obtenidas son más débiles y requerirán de más atención y cuidados.

3.2.1.1.4 Estacas de raíz

La multiplicación de plantas por sus raíces es un proceso sencillo y rápido que, pese a haber quedado demostrada su eficacia solamente se aplica a un pequeño número de especies de forma generalizada, Mac Millan (1990).

Las mejores estacas se obtienen de plantas madre de 2-3 años a finales de invierno hasta principios de primavera, periodo en el que las raíces cuentan con las reservas alimenticias necesarias y justo antes de que se inicie el nuevo crecimiento. En función del tamaño de las raíces de la planta que se quiera propagar se pueden clasificar en tres tipos según Hartman y Kester (1981):

- Plantas con raíces pequeñas y delicadas
- Plantas con raíces algo carnosas y propagadas bajo techo

-
-
- Plantas con raíces grandes propagadas a la intemperie.

3.2.1.2 Selección del material para estacas

La selección del material vegetal para las estacas es un factor decisivo que involucra a la planta madre, el propio esqueje y la época del esquejado.

Según Martínez y Águila (1989) las plantas madre escogidas deben reunir unas condiciones de sanidad y nutrición óptimas, libres de patógenos y enfermedades. El factor juventud juega un rol importante en el enraizamiento de las estacas, aquellas seleccionadas de plantas madre viejas enraizarán peor que las que procedan de plantas madre jóvenes.

Del mismo modo, el esqueje debe reunir unas buenas condiciones sanitarias, reservas de almidón y morfología vigorosa. Los mejores resultados se obtienen cuando el material proviene de ramas laterales más que de las terminales, esto se debe a la tendencia de crecimiento de las yemas terminales. Este hecho retrasaría o inhibiría la formación de raíces, terminando con la desecación del esqueje.

En ciertas especies la selección del material vegetal puede realizarse en cualquier época del año, pero normalmente existen periodos apropiados y con mejores rendimientos que otros, en ellos las condiciones climáticas de temperatura y duración del día influirán en el desarrollo de la planta madre.

Hartmann y Kester (1981) prestan especial importancia a las condiciones fisiológicas de la planta madre, destacando el efecto que ejerce la relación de carbohidratos/nitrógeno en el desarrollo de raíces y tallos de las estacas. La riqueza de carbohidratos influirá en la iniciación radicular además de determinar la firmeza del tallo. Una baja concentración de carbohidratos tiene como resultado estacas suaves y flexibles en cambio, cuando la concentración de carbohidratos es alta los tallos son firmes y rígidos. Es importante no confundir la firmeza con la maduración de los tejidos debido al engrosamiento y lignificación de las paredes celulares.

La presencia de hojas influye en el desarrollo de raíces, incrementando el enraizado ya que producen un cofactor de enraizamiento que es responsable del aumento del enraizado en los esquejes.

La época de recolección según Hartmann y Kester (1981) puede ejercer una influencia extraordinaria en el enraizamiento, siendo para las estacas de especies caduca y madera dura el periodo de reposo la mejor época. En cambio, en el caso de madera suave o semidura con hojas el mejor momento es cuando la planta madre se encuentra en pleno crecimiento. Por último, para especies perennes la recolección de las estacas puede llevarse a cabo en cualquier época del año.

Mac Millan (1990) destaca la capacidad regenerativa de la planta que se ve afectada por la edad del esqueje y de la planta madre, así como la del cultivar del que procede. El material vegetal del año en curso se regenerará más rápido que el viejo, así como la capacidad de emitir raíces la cual será mayor en una planta juvenil.

Malan (1992) trabajó con la propagación vegetativa en proteas y señaló la existencia de diversos factores indirectos como son la madurez fisiológica de la planta madre, la cual puede contribuir a un menor enraizamiento.

En función del lugar del que se tome la estaca, la producción de raíces varía. No pudiéndose determinar con exactitud ninguna regla que establezca que tipo de material se debe usar ya que en función de la especie o el cultivar esto varía. No obstante, varios autores han ahondado sobre este tema referido a las proteas:

Meynhardt (1974) considera que el mejor tipo de estacas son aquellos brotes jóvenes que se han desarrollado al poco tiempo de la floración. En cambio, no es aconsejable recoger las estacas de brotes tan jóvenes y blandos sino algo más leñosos, recolectados unas seis semanas después de la floración.

Vogts (1982) sugiere que es mejor opción tomar brotes terminales o laterales con desarrollo vertical más que aquellos que tengan un desarrollo horizontal. Esto se debe a que los primeros van a formar una planta vertical sin ramas extendidas sobre el suelo.

Según Jacobs y Steenkamp (1975) las estacas de madera semidura que han sido preparadas a partir de material de la estación de crecimiento en curso dan resultados

satisfactorios. Sin embargo, para aquellas especies más difíciles de enraizar se recomienda emplear estacas de madera algo más blanda.

Las mejores estacas son aquellas que se obtienen de los brotes que han completado el flujo de crecimiento y la rama tiene una firmeza tal que se rompe al doblarla.

Jacobs y Steenkamp (1976), utilizaron para la preparación de estacas de *Leucospermum* y algunos híbridos, brotes de la estación de crecimiento en curso.

Jacobs y Steenkamp (1975) determinan que la época del año en la que están disponibles los brotes correctos para la preparación de estacas, va a depender de la especie, y en menor medida, de las condiciones climáticas.

Leucospermum cordifolium, *L. lineare*, *L. totum* y sus híbridos, crecen activamente en primavera y verano, pero su crecimiento se detiene hacia el final del verano (febrero-marzo, en el hemisferio Norte agosto-septiembre), es entonces cuando el material reúne las condiciones adecuadas para la preparación de las estacas. Del mismo modo, se han obtenido buenos resultados con estacas recogidas más tarde, hasta el mes de mayo, (en el hemisferio Norte en noviembre). La mayor parte de especies del género *Protea* dan más de un flujo en una estación de crecimiento, siendo posible preparar estacas a partir de cualquiera de estos flujos. El periodo de tiempo comprendido entre febrero y mayo, (agosto a noviembre en el Hemisferio Norte), suele ser habitualmente, el más adecuado para la obtención de las estacas, aunque esto puede variar dependiendo de la especie.

Jacobs y Steenkamp (1976) emplearon brotes para la preparación de estacas de *Leucospermum cordifolium*. Esta especie forma yemas conspicuas durante el invierno desarrollándose éstas en primavera, los correspondientes brotes continúan creciendo hasta febrero (agosto en el hemisferio Norte). A pesar de que hay bastante variación hasta el momento en que los brotes detienen su crecimiento de forma individual, existe suficiente material vegetativo desde enero (julio en el Hemisferio Norte).

Para Jacobs (1983) la mejor época para la recogida de las estacas depende de dos factores; por un lado, la madurez que tenga la madera hacia el final del ciclo vegetativo y por otro lado el tiempo que necesiten las estacas para enraizar.

El ciclo de las especies del género *Protea* está comprendido entre noviembre y finales de abril (mayo y final de octubre en el Hemisferio Norte). Se observó que especies como *Protea neriifolia*, *P. grandiceps* y *P. magnifica* enraízan más lento por lo que es recomendable coger las estacas entre noviembre y diciembre (mayo y junio en el hemisferio Norte). Otras especies como *P. repens*, *P. cynaroides*, *P. effusa*, *P. compacta* y *P. eximia*, enraízan más rápidamente y se pueden tomar las estacas en enero y febrero, (junio y julio en el hemisferio Norte). En especies de *Leucospermum* y *Leucadendron*, las cuales tienen un ciclo vegetativo tardío y un periodo de enraizamiento de dos meses o dos meses y medio, las estacas se deben tomar en marzo y abril, (septiembre y octubre en el hemisferio Norte).

3.2.1.3 Obtención y preparación del material vegetal

La obtención del esqueje debe efectuarse mediante un corte limpio y localizado debajo de un nudo, es decir de una yema. Este se realiza con la ayuda de una navaja u otro instrumento que permita realizar un corte recto, pudiendo incluso romper o arrancar si el material lo permite como ocurre en el clavel. Habitualmente el esqueje debe contener dos nudos exceptuando los de yema ya citados anteriormente. La longitud del esqueje puede variar entre los 5-70 cm en función de la separación de los nudos.

Los esquejes apicales se obtienen a través del pinzamiento o corte de los extremos de las ramas o tallos. El esqueje intercalar, con mayor facilidad para el enraizamiento que los apicales, se toman de fragmentos localizados en la parte media o basal de la planta madre.

Frecuentemente se eliminan las hojas de la parte basal del esqueje para evitar el contacto con el sustrato húmedo y prevenir así posibles pudriciones. Con el objetivo de reducir la transpiración e incrementar la densidad de plantas cultivadas las hojas se suprimen o se reducen parcialmente, conocido como reducción foliar. En algunos casos las hojas se recogen con una goma elástica para disminuir la transpiración, esta técnica resulta efectiva siempre y cuando no se realice en exceso ya que reduce la actividad fotosintética. Martínez y Águila (1989).

Según Jacobs y Steenkamp (1975) el tamaño óptimo de la estaca se encuentra entre los 10-20 cm, por encima de estos valores no solamente enraízan con mayor dificultad, sino que su supervivencia se reduce una vez producido el trasplante.

Las hojas de la parte basal hasta la mitad o los dos tercios del esqueje se eliminarán. En especies como *Leucospermum lineare* las hojas se pueden retirar a mano, en otros casos como *L. cordifolium* estas deben cortarse ya que se puede llegar a dañar la corteza.

En cuanto a la época de recogida, Harré (1988) recomienda que esta se realice justo después de la mitad del verano. La longitud de las estacas de *Leucospermum* debe estar comprendida entre los 10-12,5 cm., la mayoría de las estacas en este género presentan una concentración muy baja de nudos en la base de los tallos. Precisamente en esta zona es donde tendrá lugar la mayor actividad de enraizamiento por lo que deben ser seleccionadas las estacas de forma que esa zona comprenda los primeros 2 cm. de la base.

Como resultado se tendrá un mejor enraizamiento en comparación a si las estacas provienen de zonas altas del tallo donde el material no es tan maduro. En la base de la estaca las hojas deben reducirse lo máximo posible, dejando entre cinco y siete hojas y evitando el contacto de las mismas con el medio de enraizamiento.

Harré (1988), recomienda la recolección de estacas de *Leucospermum*, justo después de la mitad del verano. Según este autor la longitud de las estacas de *Leucospermum* debe estar comprendida entre los 10 y 12.5 cm. las mayorías de las estacas de este género, presentan una concentración muy pequeña de nudos de hojas en la base de los tallos. Es en dicha área donde tendrá lugar la mayor actividad de enraizamiento, debiendo ser seleccionadas las estacas de manera que en esta zona se formen los primeros 2 cm. de la base de las mismas.

Una vez recogidas las estacas, estas deben prepararse y colocarse en las camas de propagación con la mayor brevedad posible. Si esto no fuera posible, deberán conservarse en el interior de bolsas de plástico y almacenadas en un ambiente frío, Meynhardt (1974).

Con respecto al momento de recolección y su almacenamiento, Malan (1988) recomienda que la recolección se realice a primera hora de la mañana y que su

almacenamiento se haga en un lugar frío hasta el momento de la preparación. Es aconsejable una buena desinfección de las estacas antes de colocarlas posteriormente en el sustrato y cortando las hojas con tijeras ya que en caso de arrancarlas podrían producirse heridas en la corteza de las estacas.

3.2.2 Factores que influyen en el enraizamiento de las estacas

El control de las condiciones medioambientales es clave para el enraizamiento de las estacas, sin él todo el proceso puede fracasar. A parte de las condiciones del ambiente, los tratamientos físicos y químicos influyen incrementando considerablemente el éxito del enraizamiento.

3.2.2.1 Condiciones ambientales

El éxito del enraizado depende de las condiciones ambientales donde se lleve a cabo la multiplicación. Los factores que van a influir son fundamentalmente:

- Humedad relativa de la atmósfera
- Temperatura del sustrato y del aire
- Disponibilidad de aire y agua en el sustrato
- Iluminación
- Renovación del aire

3.2.2.1.1 Humedad relativa

Las condiciones de humedad relativa y disponibilidad de agua deben ser máximas en el caso de los esquejes de tallo ya que no están provistos de raíces, en caso contrario se produciría un desecamiento que tendría graves consecuencias en la formación de raíces. Esta característica resulta especialmente importante en el caso de los esquejes con hojas, particularmente los herbáceos y semileñosos y en menor grado en los esquejes sin hojas. Con este objetivo, evitar un déficit de agua, se utilizan diversas técnicas como por ejemplo el sistema de nebulización o “mist system”.

Esta técnica consiste en nebulizar agua sobre las banquetas o camas de multiplicación creando una nube de gotas muy pequeñas de agua. De este modo se logra que el esqueje esté cubierto constantemente de una delgada capa que anula o disminuye fuertemente la transpiración. La humedad relativa que se logra alcanzar con esta técnica ronda el 99% y no solamente reduce la transpiración, sino que evita el aumento de la temperatura en las hojas lo que conlleva un aumento de la fotosíntesis en los esquejes con hojas y la disminución de la respiración.

Dado que con este sistema pueden enraizar tanto bajo iluminación directa como a pleno sol, la luz genera un efecto positivo en la fotosíntesis que acelera el proceso de enraizamiento, Martínez y Águila (1989).

Según Hartman y Kester (1981) la niebla intermitente proporcionada en las horas de luz da mejores resultados que la niebla continua. Entre las desventajas que presenta la nebulización continua están:

- Mayor gasto de agua.
- Enfriamiento excesivo del sustrato.
- Riesgo de asfixia radicular.

La cantidad de agua que se debe aplicar depende de otro tipo de factores como son el genotipo, la humedad del aire y la temperatura. De ello dependerá el sistema de nebulización; sistema simple regando poco tiempo al día o un sistema de mayor complejidad con control de las intermitencias. Es importante recordad que la nebulización no debe realizarse por la noche.

El drenaje de las instalaciones de multiplicación es fundamental para que no se llenen los poros del sustrato. De lo contrario, se produciría la asfixia radicular y de la base de la estaca con unos resultados fatales.

En la propagación de proteas se ha determinado que los sistemas de nebulización son imprescindibles para el enraizamiento de diversas especies, Jacobs (1983). Este hecho se debe a que ayudan a reducir la transpiración al suministrar humedad alrededor de las estacas, Eliovson (1983).

La humedad excesiva afecta a las proteas, Vogts (1982), es por ello que los sistemas de nebulización no deben conectarse de noche o en días nublados.

Parvin (1982) propagó mediante estacas especies de *Leucadendron* y *Leucospermum* en mesas de enraizamiento con sistema de nebulización activo durante 2,5 seg. cada 5 minutos a lo largo de las horas de luz diurna.

Harré (1988) recomienda el empleo de sistemas de nebulización cada 30-40 min. en el caso de estacas del género *Leucospermum*.

3.2.2.1.2 Temperatura

La temperatura junto con la humedad relativa compone los factores determinantes del enraizado, la aparición de las raíces va a depender de procesos químicos. Un aumento de la temperatura implicaría un aumento de la velocidad de las reacciones químicas y por tanto de la formación de raíces. Del mismo modo, si el esqueje se mantiene caliente se desarrollará también el ápice vegetativo el cual consumirá parte de los nutrientes que iban dirigidos a la formación de las raíces. De esta manera puede ocurrir que las reservas se agoten antes de que el individuo sea independiente.

Según Martínez y Águila (1989) la temperatura ambiente óptima para la mayor parte de los esquejes es de 18 a 20°C. En algunos climas estas condiciones solo se pueden lograr gracias a la calefacción de la que están provistos muchos invernaderos, sin ella el factor temperatura no podría regularse. Para controlar la temperatura se pueden colocar elementos de sombreado como son las mallas sobre las coberturas de multiplicación.

Para la formación y el crecimiento de las raíces la temperatura del sustrato debe estar entre los 20 a 23°C, llegando en algunos casos a los 25°C. Para alcanzar estas temperaturas es necesario aplicar calefacción de fondo termostatazada. Las pérdidas de calor de este sistema se deberán a la humedad del sustrato y a la evaporación de agua del mismo.

Para que se produzca el enraizamiento de la estaquilla esta necesitará dos temperaturas, por un lado, un medio aéreo fresco en el que pueda tener un crecimiento apical mínimo, limitándose la transpiración y el gasto respiratorio-aéreo. Por otro lado, una temperatura cálida en la base estimulará la formación de raíces ya que favorece el transporte de materiales nutritivos a la base de la estaca, Mac Millan (1190).

El gradiente de temperatura necesario entre la base y la parte aérea de las estacas se logra gracias a las camas de propagación. La temperatura debe ser constante de manera que se autorregule con la ayuda de un termostato.

Brits (1986) indica la importancia de conocer las necesidades térmicas de los cultivares de *Leucospermum* tras llevar a cabo el enraizamiento de los mismos utilizando camas con calor de fondo y sin él, 23 ± 0.8 °C y 12.7 ± 2 °C respectivamente.

3.2.2.1.3 Aireación

El hecho de mantener las humedades relativas dentro del invernadero requiere una alta estanqueidad, esta puede derivar en deficiencias en el intercambio de gases lo que hace imprescindible la aireación. El aire debe entrar y salir del invernadero sin crear corrientes de aire que puedan influir en la formación de neblina, Moffatt y Turnbull (1993).

Meynhardt (1974), recomienda la protección de las camas de propagación contra el viento, mediante algún tipo de malla metálica o de plástico.

3.2.2.1.4 Luz

La luz es un factor ambiental que influye en el enraizado de las estacas. Con un cierto grado de temperatura, la luz sana el medio de vida de la planta ya que, de lo contrario, en un medio húmedo y oscuro se desarrollarían numerosas enfermedades criptogámicas.

En los esquejes con hojas se observa que la luz genera un efecto positivo en el enraizado de las mismas. Una mayor tasa fotosintética aumenta el aporte de sustancias orgánicas que se consumen para la formación y el crecimiento de las raíces, Martínez y Águila (1989).

Cuando la luz es proporcionada de forma suficiente y en buenas condiciones de humedad promueve la función clorofílica de la vegetación.

Si se diera el caso de una insolación demasiado intensa podría producir desecación, quemaduras o destrucción demasiado rápida de las auxinas de la planta, Van Den Heede (1981).

Por el contrario, la falta de insolación puede remediarse con la iluminación artificial, pero este tipo de luz debe emplearse con precaución debido a su intensidad, calidad y periodicidad.

Esta clase de iluminación puede resultar muy útil en la propagación vegetativa sobre todo en las plantas madres en las que se pueda adelantar así la vegetación y como consecuencia poder obtener estacas sanas y vigorosas, Van Den Heede (1981).

3.2.2.2 Medidas sanitarias

Un buen control sanitario garantiza un crecimiento adecuado de las estacas, que se desarrollarán sanas y vigorosas durante el periodo de tiempo que permanezcan en las instalaciones de propagación. Este control comienza con las plantas madres en la fase de selección del material vegetal ya que este debe recogerse de aquellos ejemplares que tengan un buen estado sanitario. Gracias a este control es posible evitar muchas enfermedades que pueden darse durante la fase de propagación, del mismo modo prevenir la aparición de hongos parásitos, bacterias, etc.

Con la selección del material de propagación comienza el control sanitario, únicamente deberán usarse aquellas plantas madres libres de enfermedades e insectos además de escoger ramas de la parte superior para evitar aquellas que crezcan cerca del suelo y puedan estar contaminadas por organismos patógenos, Hartman y Kester (1981).

Por este preciso motivo, Rumbal (1977), recomienda el establecimiento de programas de control que incluyan tratamientos periódicos contra plagas y enfermedades además de un programa adecuado de podas.

En proteas resulta habitual la podredumbre de la base de las estacas debido a agentes comunes como *Phytium*, *Phizoctonia*, *Phytophora* y *Botrytis* en el caso de podredumbre generalizada en toda la estaca. Es por ello que resulta imprescindible realizar medidas de control sanitario, Vogts (1982).

El emplazamiento en el que se va a llevar a cabo la propagación debe mantenerse libre de cualquier patógeno incluyendo mesas de trabajo, camas de enraizamiento, etc. Rumbal (1977). Todo el equipo y los utensilios utilizados para la preparación de las estacas deberá ser desinfectado en una solución de formaldehído, Vogts (1982).

Una vez obtenidas las estacas resulta necesario y conveniente sumergir el material en una preparación de fungicida. En caso de emplear ácido indolbutírico (IBA) como hormona de enraizamiento, y si se utilizara en tratamiento de inmersión concentrada, se dejará secar la base de las estacas pasándolas posteriormente por polvo fungicida, Captan al 25% para su posterior colocación en el medio de enraizamiento, Hartman et al., 1981.

Las infecciones suelen acentuarse cuando se practica el lesionado, al causar este una herida en la base del tallo.

Bethancourt Díaz et al. (2001), obtuvieron resultados satisfactorios con el uso de benomilo 50% (benomyl) o carbendazima (carbendazin) al 50%. Con unas dosis mínimas de 50 g/Hl, controlaron los siguientes patógenos bajo las condiciones de laboratorio: *Botrytis cinerea*, *Fusarium nivale*, *Fusarium oxysporum*, y *Fusarium solani*. La combinación de Cimoxalino 4,85% + Metiram 64% a una dosis mínima de 25 g/Hl controló a *Ulocladium consortiale*, *Alternaria alternata*, *Drecheslera dematoidea* y *Drecheslera ravenelii*. La *Botrytis cinerea* se controló con la combinación de Fenbuconazol 70% (50 g/Hl), o Tebuconazol 10% + Diciofluanida 40% (250 g/Hl). El *Cladosporium oxysporum* se controló por Metiltiofanato 70% (100 g/Hl). *Drechslera dematoidea* se controló con mancozeb 75% a la dosis de 400 g/Hl.

3.2.3 Enfermedades más comunes en proteas

3.2.3.1 Enfermedades fúngicas

- ***Botrytis cinerea***. Esta enfermedad puede manifestarse en las estacas de las próteas produciendo zonas necróticas, sobre todo cuando se ha practicado el lesionado.

La inoculación del patógeno se ve favorecida por la elevada humedad ambiental y los medios de enraizamiento encharcados. El ataque se produce principalmente a las inflorescencias y brotes jóvenes, marchitando las flores y necrosando los tejidos circundantes, Benic (1986)

Control: Pulverizaciones con carbendazima, Greenhalgh (1983). Además, si el ataque fuera muy intenso, pueden utilizarse fungicidas sistémicos para proporcionar un control más efectivo y prevenir la aparición de resistencias, Soteris (1988).

- ***Colletotrichum gloesporoides***. Este hongo se ha encontrado en las estacas de *Proteaceas* como *Protea repens*. Sus síntomas son fundamentalmente necrosis en las hojas, defoliación y desarrollo de chancros en los ápices de las estacas los cuales se extienden hacia el interior del tallo.

En *Protea repens* y en híbridos de *P. compacta* x *P. neriifolia* se han producido pérdidas de hasta un 70% de las estacas debido a este mismo hongo, Benic (1986).

Las especies más sensibles a este hongo son: *Protea magnifica*, *P. compacta*, *P. neriifolia* y *P. obtusifolia*, Rohrbach (1984)

Control: En propagación vegetativa, las estacas deben sumergirse en una solución de carbendazima, una vez plantadas deben efectuarse tratamientos con fungicidas autorizados, Benic (1986).

- ***Drechslera dematioidea***. Conocido por ser responsable de la enfermedad conocida como “fuego de los acericos”, este patógeno afecta tanto a plantas cultivadas como a estacas del género *Leucospermum*. Los síntomas principales son

aparición de lesiones de forma irregular en las hojas que comienzan con una coloración marrón claro para tornar a marrón grisáceo oscuro a medida que avanza la infección.

Pueden presentar también chancros de color rojo vivo en la corteza de las ramas, Knox-Davies et al. (1986)

Control: Para el control de este patógeno se recomienda el uso de iprodiona mediante pulverizaciones frecuentes, Von Broembsen (1986). También se puede controlar mediante el uso de propiconazol o procloraz, Soteris (1987).

- ***Phytophthora cinnamomi***. Este hongo produce el decaimiento de las estacas, así como la podredumbre de las nuevas raíces. Aquellas estacas con lesiones en la parte basal del tallo, se vuelven necróticas, dicha necrosis podría extenderse incluso hasta el exterior del tallo, y a menudo, la parte superior a la zona lesionada muestra una coloración marrón oscura, Benic (1986).

Control: Cuando se trata de hongos de raíz el control se hace muy difícil una vez que se ha desarrollado la enfermedad, por ello es conveniente adoptar una serie de medidas preventivas como:

- Evitar el contacto entre los contenedores, macetas, bolsas de plástico, etc. y el suelo.
- Evitar escorrentía en el interior del invernadero.
- Circulación controlada en el interior del invernadero.
- Esterilización del material de plantación.
- No introducir material y contenedores de otros viveros.
- Desinfección de calzado y aperos.
- Eliminación de plantas muertas y malas hierbas, Brist y Von Broembsen (1978); Benic (1986).
- Empleo de productos autorizados como ridomil o aliette, Greengagh (1983).

- ***Fusarium sp.* y *Rhizoctonia solani***. Estos dos hongos son los responsables del “damping off” o “podredumbre de los semilleros” y del decaimiento de las

plántulas en varias especies de *Proteaceas*. Ocasionalmente también dañan en la base de las estacas en *Protea repens*, presentando necrosis en esta zona, Knox-Davies, et al. (1986).

Control: Aplicación de fungicidas autorizados como captan, apto para ambos.

3.2.3.2 Enfermedades bacterianas

▪ *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae*. Esta enfermedad se ha manifestado en *Protea cynaroides*, tanto en viveros como plantaciones comerciales.

Los síntomas de esta bacteria son manchas en las hojas, Rohrbach (1984). Estas manchas son muy pequeñas con una tonalidad marrón oscura-negra y ocasionalmente se presentan hundidas, Jaimeson et al. (1985).

3.2.4 Medio de enraizamiento

El medio de enraizamiento en el que se colocarán las estacas debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Servir de soporte mecánico a los propágulos.
- Mantener de forma óptima la humedad y la aireación.
- Reunir condiciones de esterilidad.
- Poroso, de manera que asegure un drenaje adecuado, Martínez y Águila (1989).

Un buen sustrato debe permitir que a tensiones muy bajas de agua exista un elevado porcentaje de aire con fácil circulación. En muchas ocasiones el tipo de sustrato empleado resulta crucial para la formación de raíces por parte de las plantas.

Los esquejes enraizados en arena gruesa emiten raíces largas, quebradizas y poco ramificadas, en cambio en turba fibrosa las raíces son ramificadas, delgadas y flexibles. Estas variaciones se deben a la capacidad de retención de agua y aire de la turba frente a la arena. Cuando el sustrato retiene mucha humedad y deja poca porosidad para el aire provoca con frecuencia la asfixia de la base del esqueje, Martínez y Águila (1989).

Un sustrato que se encuentre muy compactado difícilmente dejará penetrar el aire que necesitan los tejidos para realizar su actividad, en cambio si es excesivamente poroso dejará circular el aire, pero se desecará con rapidez, Van Den Heede, (1981).

Para el enraizamiento de esquejes se suelen emplear sustratos que provienen de la mezcla de elementos como turba, arena, perlita, poliestireno, etc. La relación de cada elemento dentro de las mezclas varía bastante según la especie, por ejemplo, en proteas muchos autores recomiendan diferentes tipos de medios de enraizamiento:

Parvin (1982) empleó una mezcla del 50% de turba gruesa y 50% de perlita para la propagación de estacas de *Leucospermum*.

Ackerman et al. (1997) utilizó una mezcla del 40% de turba y 60% de poliestireno para la propagación de injertos de *Leucospermum*.

Malan (1988) recomienda emplear una mezcla del 60% de gránulos de poliestireno y 40% de turba a la cual se le puede añadir arena de río para aumentar la aireación, formando al final una mezcla con una proporción de 2:1:1 en volumen.

Ellyard y Butler (1985, citados por Rodríguez Pérez, 1989) emplearon para la propagación de *Telopea speciosissima* x *T. mongaensis* mediante estacas de hoja yema, un medio de enraizamiento compuesto por arena, turba y perlita en proporción 1:1:1.

En Elsenburg según Rodríguez Pérez (1992), se está empleando un sustrato compuesto de 2 partes de arena de río, 2 partes de turba o corteza fina y 3 partes de poliestireno.

3.2.4.1 Tipos de sustrato

3.2.4.1.1 Turba

Penningsfeld y Kurzmam (1983) definen a la turba como una forma disgregada de la vegetación de un pantano, descompuesta de modo incompleto debido al exceso de agua y a la falta de oxígeno, que se va depositando con el paso del tiempo.

En función de las condiciones ambientales y las especies existentes se forman distintos tipos de turbas, este hecho les confiere diferentes características desde un punto de vista hortícola. Las turbas se pueden clasificar en:

- Turbas rubias: La procedencia de esta clase de turba es la parte superficial de la turbera, generalmente están poco descompuestas. Tienen excelentes propiedades físicas y químicas: estructura mullida, porosidad total elevada, alta retención de agua, baja densidad aparente y salinidad, etc.
- Turbas negras: Se localiza en la parte inferior de la turbera, están muy evolucionadas. Sus propiedades físicas y químicas presentan baja uniformidad por lo que si se observa desde un punto de vista hortícola tiene una baja calidad.
- Turbas de transición: Sus características se encuentran entre las turbas altas más evolucionadas y las bajas menos evolucionadas. Se caracteriza por las asociaciones con vegetales que se han ido sucediendo durante su formación.
- Turbas bajas o eutróficas: turbas herbáceas muy descompuestas, formadas por vegetación muy heterogénea. Sus propiedades físicas y químicas son poco favorables para el crecimiento de las plantas en contenedor debido a su baja capacidad de retención de agua, alta salinidad, alta densidad aparente, etc. a pesar de ello pueden ser utilizadas si sus propiedades son mejoradas. Abad et al. (1990).

A la hora de emplear la turba conviene recordar que una vez abierto el embalaje es necesario desmenuzarla y humedecerla, de otro modo su manipulación es complicada. En base del tipo de turba que se emplee hace falta añadir cal o no, también depende de la dureza del agua empleada y los cultivos que vamos a realizar.

3.2.4.1.2 Espumas de poliestireno (stryomull)

El poliestireno es un material compuesto por copos elásticos de color blanco, esféricos y con un tamaño comprendido entre 4-16 mm. Se caracteriza por ser inodoro,

químicamente neutro, imputrescible y compatible con todos los vegetales, Robledo y Martín (1988).

En el interior de cada copo se encuentran multitud de pequeñas células cerradas y llenas de aire, esta característica hace que a pesar de tener un 95% de porosidad no pueda absorber agua, mejorando así la aireación del sustrato y reduciendo la retención de agua.

El uso de la espuma de poliestireno implica riegos y abonados precuentes ya que hace que disminuya la cantidad de agua y elementos nutritivos del sustrato, Penningsfeld y Kurzmann (1983).

De León-Hernández, A.M. et al., (2010) estudió el efecto del lesionado, reducción foliar y del medio de enraizamiento comparando la fibra de coco con la combinación turba-poliestireno en injertos de *Lp.* 'High Gold' sobre *Lp. patersonii*. Al finalizar el ensayo se determinó que la mezcla turba-poliestireno daba la mayor calidad de raíces en comparación a la fibra de coco.

De Leon-Hernandez, A.M. et al., (b) (2010), estudió también el efecto del lesionado, reducción foliar y del medio de enraizamiento comparando la fibra de coco con la combinación turba-poliestireno en injertos de *Lp.* 'Tango' sobre *Lp. 'Spider'*. Al finalizar el ensayo se determinó que la combinación turba-poliestireno daba una calidad de raíces superior a la fibra de coco.

3.2.4.1.3 Piroclastos

Material de origen volcánico empleado en Canarias como alternativa a otros elementos naturales como la grava o la arena, presentando características y granulometría muy diversa, Cid (1993).

Se diferencian dos tipos de piroclastos:

- Los de origen basáltico, de color gris oscuro o rojizo por alteración. Se denominan cenizas cuando predominan partículas inferiores a 2 mm, y lapilli o picón en Canarias cuando las partículas varían entre 1mm a 5-6 cm.

-
-
- Piroclastos de color claro, más conocidos como pumita, pómez, etc. sus partículas cuentan con una baja densidad, no son estables y se fragmentan y alteran con facilidad. Esencialmente tienen las mismas propiedades que la perlita, aunque es un material más pesado y no absorbe tanta agua puesto que no ha sido deshidratado, Resh (1982).

3.2.5 Mejora en el enraizamiento de estacas

3.2.5.1 Reguladores de crecimiento

Cuando se trata de propagar, el principal interés reside en obtener el mayor número de estacas enraizadas, para lograrlo se pueden utilizar distintas técnicas entre las cuales cabe destacar los tratamientos químicos. Entre ellos se encuentran las hormonas vegetales o “fitohormonas”, en 1954, Tuckey et al. (citado por Devlin, 1980), las definía como sustancias orgánicas que a bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Estos procesos son el crecimiento, diferenciación y desarrollo, así como otros procesos como movimiento de los estomas, Davis (1988).

La presencia de hormonas reguladoras del crecimiento fue sugerida por primera vez por Julius Von Sanchs en la segunda mitad del siglo XIX.

Según Edwards (1979), hay cinco tipos de reguladores del crecimiento: auxinas, citoquininas, giberelinas, etileno y grupos micelánicos que incluyen abcísicos y otros inhibidores.

Sustancias como la Tiamina y Niacina, y algunas vitaminas, probablemente, que podrían actuar como hormonas reguladoras de crecimiento, aunque su actividad como cofactores enzimáticos sí es diferente de las hormonas. Recientemente se han descubierto sustancias que podrían sumarse a la lista como son: sistemas peptídicos, poliamidas, jasmonatos, ácido salicílico y brasinoesteroides. Estos compuestos tienen un efecto que aún no está totalmente definido, Davies (1995).

3.2.5.1.1 Auxinas

Kögl et al. (1934) aislaron por primera vez una auxina, que actualmente se la conoce por ácido indol-3-acético (IAA) (Citado por Devlin, 1980).

Este regulador del crecimiento se encuentra en la planta de forma libre e inactiva y de forma combinada y activa, entre las que se establece un equilibrio dinámico. Tanto el crecimiento, como la iniciación y regulación, pueden ser controlados gracias al equilibrio que se establece entre auxinas libres y auxinas combinadas en varios centros de crecimiento de la planta. Posiblemente la auxina es transportada de forma libre desde el lugar de formación hasta el lugar de actividad, Devlin, (1980).

Generalmente están asociadas a los procesos de iniciación de raíces además de fenómenos de dominancia de la yema principal sobre las axilares, Jiménez y Caballero (1990).

El ácido indol-3-acético (IAA) es considerado actualmente la auxina de producción natural con mayor importancia encontrada en las plantas (Moore, 1979, citado por Blazich, 1988). Entre sus efectos se pueden destacar:

- Alargamiento celular, las auxinas estimulan el alargamiento y el crecimiento del tallo.
- División celular debido a que estimulan la división celular del cambium.
- Diferenciación del tejido vascular.
- Iniciación de las raíces debido al estímulo que las auxinas producen en estacas de tallo, y también diferenciación de las raíces en cultivo de tejidos.
- Dominancia apical ya que abastecen a la yema apical reprimiendo el crecimiento de las laterales.
- Tropismos de yemas y raíces respecto a la luz y la gravedad.
- Retraso de la senescencia de las hojas.
- Inhibición o promoción de la abscisión de hojas y frutos.
- Crecimiento de frutos.
- Retraso de la maduración del fruto.
- Floración en especies como las Bromeliáceas, etc. (Davies, 1995).

Se han encontrado sustancias conocidas como auxinas sintéticas que incluyen el ácido indolbutírico (IBA) y el ácido naftalenacético (NAA), así como otros compuestos fenólicos como el ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) y el ácido triclorofenoxiacético (2,4,4-T).

Según Martínez y Águila, (1989) el efecto que pueden producir los reguladores de crecimiento sintéticos es diferente al que se produce empleando la auxina natural. El uso de auxinas naturales genera buenos resultados, pero implica mayores dosis ya que se inactiva con facilidad.

Son varios los motivos que hacen que el IBA sea la auxina más utilizada, el hecho de que se descomponga con relativa lentitud por acción de los sistemas enzimáticos vegetales o su escaso movimiento, restringiendo el efecto al lugar de aplicación son algunos de ellos.

El NAA es también muy empleado, pero resulta tóxico para las plantas, Martínez y Águila (1989).

El ácido indol-3-acético (IAA) fue la primera hormona utilizada para estimular el enraizamiento de estacas, Cooper (1935) hasta que se descubrió el IBA, más efectivo y a partir de entonces ampliamente utilizado para enraizar muchas especies, Zimmerman y Wilcoxon, (1935). Desde que se introdujo hace ya más de 50 años, el IBA ha sido sometido a ensayos y experimentos en los que se estudian diferentes concentraciones, formulaciones, aditivos y duración de tratamientos para lograr un enraizamiento óptimo.

Hay especies que no responden al enraizamiento usando distintos tratamientos con IBA, Ludwig-Müller (2000).

Los ensayos que se han realizado relacionados con especies y/o cultivares de la familia *Proteaceae* son numerosos, empleando IBA, IAA y NAA en distintas dosis, preparaciones, etc. Algunos de ellos se citan a continuación:

- Worrall (1976) experimentó con cinco concentraciones de IBA en estacas de *Telopea speciosissima*. Las concentraciones ensayadas fueron: 0, 500, 1000, 2000 y 4000 ppm de IBA. El mayor porcentaje de enraizamiento se obtuvo con 4000 ppm

de IBA, aunque utilizando dicha concentración se contabilizó un alto porcentaje de estacas muertas, probablemente debido a que esa concentración resultaba tóxica. Con la concentración de 2000 ppm de IBA se obtuvo un resultado óptimo de enraizamiento, sin presentarse toxicidad.

- Faruchi et al. (1997), en su ensayo realizado con estacas de tallo de *Protea obtusifolia*, concluyeron que para la propagación de esta especie es recomendable la utilización de IBA en forma líquida a una concentración de 2000 ppm, pudiendo también utilizarse IBA en polvo en una concentración de 0.4%.

- Criley y Parvin (1979) estudiaron en estacas de *Protea neriifolia* cuál era el efecto que producía el empleo de auxinas (IBA e IAA), solas o combinadas con ethefon y daminozida. Aquellas estacas sometidas al tratamiento combinado de ethefon (300 ppm) y IAA (4000 ppm), seguido de una preparación comercial para enraizar compuesta de 1% de IBA + 0.5% NAA diluido 1:9, obtuvo un enraizamiento más rápido y un mayor valor del índice de enraizamiento. El tratamiento con auxinas sólo no dio buenos resultados, incluso utilizando concentraciones altas, 7000 ppm, tanto de IBA como de IAA.

- Jacobs (1983) comprobó cómo el enraizamiento de las estacas de proteas mejoraba cuando se sumergen sus bases en una solución de IBA a concentraciones que varían entre 4000 y 8000 ppm de IBA disuelto en alcohol etílico al 50% y un tiempo de inmersión de 5 y 10 segundos. Malan (1992) recomienda para la propagación de proteas, en general, introducir 2 mm de la parte basal de las estacas en una solución de 5 g/l de IBA diluido en etanol al 50% durante 3 segundos. Aparte de esto, da una serie de pautas a seguir en la propagación por estacas de tallo:

- I. **Concentración de la auxina:** las concentraciones óptimas para cada variedad varían considerablemente (Rosseau, 1966; Jacobs y Steenkamp, 1976; Harre, 1988).
- II. **Modo de aplicación de la auxina:** aparentemente el mejor método de aplicación es en talco a bajas temperaturas; diluida en etanol al 50%

cuando la temperatura es alta, (Rosseau, 1966; Brits, 1986; Gouws et al., 1990).

III. **Tratamientos adicionales:** el empleo de mezclas de ciertos reguladores de crecimiento (llamados cocktails) como son el ácido giberélico, ethrel y daminozida en combinación con IBA dará lugar a resultados variados (Criley y Parvin, 1979; Brits, 1986; Gouws et al., 1990); lesionado en la base de las estacas, (Rodríguez Pérez, 1990) y otros pre-tratamientos, (Harre, 1989).

- Rodríguez Pérez et al. (2011) estudiaron el efecto de diferentes concentraciones de IBA y lesionado sobre el enraizamiento de estacas de *Protea* 'Susara' preparadas a partir de brotes prolépticos. Para ello se utilizaron tres niveles de IBA (0, 2000 y 4000 mg/l) y lesionado o no de las estacas que incluían toda la longitud del brote. Al final del ensayo, las estacas lesionadas y tratadas con 2000 o 4000 mg/l IBA produjeron un 90% de estacas trasplantables.

- Vera Batista, M.C. (2016) estudió de qué manera influyen las diferentes concentraciones de IBA (4000 y 8000 ppm) llevando a cabo tratamientos solos o combinados con el H₂O₂ en estacas de *Protea* 'Pink Ice' y *Protea* 'Susara'. En el primer ensayo se utilizaron estacas de plantas madre de 5 y 14 años, respectivamente. En las estacas de *Protea* 'Pink Ice' que fueron tratadas con 4000 ppm IBA se contabilizó un 20% de estacas trasplantables, en aquellas estacas tratadas con 8000 ppm IBA se obtuvo un 40%. Para *Protea* 'Susara' en estacas tratadas con 4000 ppm IBA se logró un 5% de estacas trasplantables. En el segundo ensayo con estacas de plantas madre de 9 años de edad de *Protea* 'Susara', fueron tratadas con 4000 ppm IBA y 8000 ppm IBA, se obtuvo un 10% y un 45% de estacas trasplantables, respectivamente. En un tercer ensayo las estacas de *Protea* 'Pink Ice' recolectadas fueron de plantas madre de 7 años de edad, se trataron con 4000 y 8000 ppm IBA, obteniendo un 45% en estacas tratadas con 8000 ppm IBA.

3.2.5.1.2 Giberelinas

Las giberelinas son una familia de compuestos basados en la estructura de la ent-giberelina. El GA3 o ácido giberélico es el compuesto más ampliamente disponible, este es un producto fúngico y el más importante en plantas es el GA1 en el cual la giberelina es la responsable de la elongación de los tallos. Otras giberelinas son precursoras del crecimiento activo, Davies (1995).

Las giberelinas se sintetizan a partir del ácido mevalónico en tejidos jóvenes de yemas, y en semillas en desarrollo y se transportan probablemente por el floema y xilema. Entre sus efectos cabe destacar:

- Crecimiento de tallos
- Elongación de los tallos
- Inducción a la germinación en semillas
- Estimulación de la producción de enzimas, especialmente amilasa en cereales.
- Cuajado y crecimiento de frutos, (Davies, 1995).

3.2.5.1.3 Citoquininas

La primera citoquinina natural aislada e identificada a partir de granos de maíz (*Zea mays*) fue la zeatina de la mano de Letham, en el año 1963. La función principal de las citoquininas es promover la división celular y retrasar la senescencia.

Esta hormona en combinación con las auxinas provoca la formación de masas celulares indiferenciadas denominadas callo.

Un efecto de las citoquininas que cobra cada vez más interés es el efecto de contrarrestar algunos problemas de abscisión de hojas, Jiménez y Caballero (1990).

3.2.5.1.4 Etileno

El etileno es una hormona natural implicada en los procesos de maduración de frutos y senescencia de plantas. Existen casos particulares como en la familia *Bromeliaceae* en los que el etileno induce procesos de floración.

En el caso de la Dhalia, la Rosa o la Petunia, el empleo de etileno ayuda a romper la latencia de las yemas basales en algunas plantas.

Del mismo modo, existen inhibidores de la formación de etileno, estos tienen como misión contrarrestar este efecto de senescencia de hojas por lo que se aplicarían en flores con problemas de transporte como *Pelargonium* e *Hibiscus*, Jiménez y Caballero (1990).

3.2.5.1.5 Peróxido de hidrógeno

Considerado durante mucho tiempo un metabolito celular tóxico, el peróxido de hidrógeno hoy día se conoce que funciona como una señal molecular que media en la respuesta a determinados estímulos en las células de plantas y animales.

La generación del peróxido de hidrógeno proviene de varias fuentes durante el metabolismo normal de las células vegetales. El transporte de electrón en la fotosíntesis y la respiración genera niveles basales de peróxido de hidrógeno. Del mismo modo, esto ocurre también en las células de las plantas como respuesta al estrés, tanto abiótico como biótico.

El peróxido de hidrógeno se encarga de mediar en procesos fisiológicos y bioquímicos incluyendo el sistema de resistencia adquirida y la resistencia hipersensitiva, (Álvarez et al., 1998; Melillo et al., 2006), senescencia (Hung et al., 2006), cierre de estomas, gravitropismo radicular, desarrollo de raíces laterales (Su et al., 2006), desarrollo de la pared celular (Potikha et al., 1999), además, incrementa la actividad de enzimas como superóxido-dismutasa y catalasa. Está ligado también a la morfogénesis, sin embargo, no se sabe con certeza si es un mensajero del IAA inducido en la formación

de raíces adventicias o un mediador de los eventos que son responsables del enraizamiento adventicio.

Vera Batista, M.C. (2016) estudió de qué manera influyen las diferentes concentraciones de IBA (4000 y 8000 ppm) llevando a cabo tratamientos solos o combinados con el H₂O₂ en estacas de *Protea* 'Pink Ice' y *Protea* 'Susara'. En el segundo ensayo realizado para *Protea* 'Susara' empleó estacas de plantas madre de 9 años de edad tratadas con peróxido de hidrógeno + 4000 ppm, en el cual obtuvo un 100% de estacas trasplantables. Realizó un tercer ensayo en el que estudió la influencia del IBA a diferentes concentraciones (4000 y 8000 ppm) en combinación con el peróxido de hidrógeno en el enraizamiento de estacas de *Protea* 'Pink Ice', no obteniendo estacas trasplantables.

3.2.5.2 Aplicación de reguladores de crecimiento en el enraizamiento proteas

El fin de tratar las estacas con reguladores del crecimiento es que el número de estacas enraizadas aumente significativamente. Además de un aumento, se espera que la iniciación de las mismas se acelere, una mayor cantidad calidad y uniformidad de las mismas, Hartman y Kester (1981).

Muchas de estas sustancias pueden resultar tóxicas si se aplican por encima de las idóneas. La respuesta que se obtiene dependerá de:

- El cultivar.
- La parte de la planta tratada.
- Edad fisiológica o estado de desarrollo.
- Cantidad de materia activa que realmente ha absorbido la planta y la persistencia del mismo.
- Forma de aplicación. (Jiménez y Caballero, 1990).

Entre todos los estimuladores del crecimiento, las más efectivas para la producción de raíces adventicias en estacas de proteas son el ácido indolbutírico (IBA) y

el ácido naftalenacético (NAA). El IBA es el mejor para uso general ya que no es tóxico para las plantas en un rango de concentraciones bastante amplio.

3.2.5.2.1 Técnicas de aplicación

Para la aplicación de las hormonas en la base de las estacas puede recurrirse a diferentes métodos, Harman y Kester, (1981).

3.2.5.2.2 Formulaciones en polvo

Generalmente las hormonas se comercializan mezcladas en una matriz de polvos de talco, esto se debe a que es un producto suave, no abrasivo para los tejidos.

Durante el manejo, se coloca en una placa petri o en un recipiente de gran diámetro. Previamente se humedece la base de la estaca con agua para posteriormente pasarla por la preparación hormonal, eliminando el exceso y depositándola en el sustrato de enraizamiento. Las preparaciones deben conservarse el mínimo tiempo posible ya que estas pierden propiedades, se estipula como tiempo máximo de conservación en caso de no ser posible usarla tras su inmediata preparación, ocho meses.

3.2.5.2.3 Método de inmersión en solución concentrada

Para llevar a cabo esta técnica, es necesario la preparación de una solución concentrada de la sustancia estimuladora que podrá variar entre 500 y 1000 ppm en alcohol y agua destilada. Los esquejes se toman y se sumergen a una profundidad de 1-1,5 cm durante 5 segundos normalmente. Una variación en el tiempo en que la estaca está en contacto con la solución variará la cantidad de hormona absorbida.

3.2.6 Tratamientos físicos

Algunos de los tratamientos físicos más importantes son:

-
-
- El etiolado, basado en la reducción de la cantidad de luz que llega al tallo, se trata de un método muy beneficioso sobre el proceso de producción de raíces, Gandulfo (1983).
 - El anillado, consiste en la obstrucción de la circulación del floema para acumular sustancias que promueven el desarrollo de raíces adventicias, Sharma (1994). Según Gandulfo (1983) el anillado mejora con claridad la habilidad de la estaca para formar raíces y los carbohidratos representan el mayor componente en los tejidos sobre el anillo.
 - El lesionado

3.2.6.1 Lesionado

Cuando una especie muestra cierta dificultad a la hora del enraizamiento, resulta útil e interesante practicar el lesionado.

3.2.6.1.1 Tipos de lesionado

- Lesionado ligero, corte superficial o lesionado simple

Corte ligero realizado en la base de la estaca de una longitud de 1,2-2,5 cm con al ayuda de un cuchillo afilado o una cuchilla. Este no debe ser profundo ni penetrar en la madera central mostrando el cambium (Bridgers, 1952 citado por Wells, 1962; Edwards, 1979). Esta clase de lesionado penetra mínimamente en el xilema y expone gran superficie del córtex y floema (Edwards, 1979; Howards et al., 1984).

- Doble corte superficial o lesionado doble

En este caso, el proceder es igual al anterior, pero realizando el corte en los lados opuestos del tallo (Edwards, 1979).

-
-
- Lesionado fuerte o corte profundo

A través de la eliminación de una delgada capa de unos 2,5 cm de longitud de la base de la estaca, se debe atravesar la corteza exterior exponiendo una mayor superficie del xilema, pero menos córtex y floema (Bridgers, 1952 citado por Wells, 1962).

- Incisión vertical o incisión superficial

Corte vertical a través del centro de la estaca desde la base hacia arriba, la longitud va entre 1-2 cm y varía en función del grosor del tallo. Este corte no penetra en el xilema (Howards et al., 1984).

- Incisión profunda

Este tipo de lesionado es similar al anterior, pero penetrando en el xilema (Howards et al., 1984).

- Hendidura a lo largo del diámetro del tallo

Tipo de lesionado que expone una gran superficie del cambium (Howards et al., 1984).

- Corte de talón

No se considera propiamente un lesionado, a través del corte de una rodaja en el extremo basal se pretende eliminar la madera vieja (Edwards, 1979).

3.2.6.1.2 Influencia del lesionado en la absorción del agua y los reguladores de crecimiento

Howards (1971) estudió cómo se relaciona el lesionado basal de las estacas con la absorción de los reguladores de crecimiento. Para ello utilizó estacas de varias especies

de coníferas con las que pudo demostrar que el enraizamiento mejora con el lesionado y el posterior tratamiento hormonal.

La explicación a este hecho se resume en que el lesionado mejora la absorción hormonal y como las estacas presentaban turgencia, también mejora la absorción de agua.

3.2.6.1.3 Influencia del lesionado en el movimiento y la acumulación de auxinas y carbohidratos

A través del lesionado se deja expuesta una mayor superficie de cambium, lo cual puede provocar un incremento del movimiento de auxinas y carbohidratos hacia esa zona.

El movimiento de las hormonas que fomentan la división celular en el tallo fue estudiado por Avery et al. (1937) citado por Edwards (1979). Esa división celular resulta indispensable para la formación de raíces.

La actividad del cambium está íntimamente ligada a la concentración de hormonas de crecimiento, es por ello que cuando se estimula la acumulación de hormonas, se estimula también la actividad del tejido promoviendo así la formación de raíces.

3.2.6.1.4 Influencia del lesionado en las barreras físicas que dificultan el enraizamiento

En los tejidos del tallo se encuentra en muchas ocasiones un anillo esclerenquimático de células fibrosas duras, este se localiza justamente en el punto de origen de raíces adventicias.

(Beakbane, 1961; Ciampi y Gellini, 1958; citados por Hartmann y Kester, 1981) probaron cómo la presencia de este anillo dificulta la penetración de las raíces. Es por ello que al practicar el lesionado y dañar el tejido de forma superficial, se rompe el anillo y es posible la emisión de raíces.

El lesionado se considera por todo ello beneficioso en estacas con tejido leñoso-fibroso más que en los brotes inmaduros y estacas herbáceas.

Beakbane (1961, citado por Edwards, 1979) y Edwards et al. (1979) mostraron cómo la formación de fibras y esclereidas en el floema primario actúan como barrera en la formación de raíces.

El enraizamiento resulta, por tanto, inversamente proporcional a la cantidad de fibras, así como a la continuidad del anillo fibroso. Se explica así la diferencia entre las estacas en estado juvenil y adulto.

De León-Hernández, A.M. et al. (2010) estudiaron el efecto del lesionado y la reducción foliar en estacas de *Lp. patersonii* injertadas con púas de *Lp.* ‘High Gold’ y dos tipos de medio de enraizamiento, fibra de coco y turba-poliestireno. A las seis semanas del ensayo la combinación de púa sin reducción foliar y patrón sin lesionado con la mezcla turba-poliestireno dieron el porcentaje más alto de estacas trasplantadas, 80%. Además, al final del ensayo se determinó que el lesionado no mejoró el enraizamiento.

Del mismo modo, De León-Hernández, A.M. et al. (b) (2010) estudiaron el efecto del lesionado, medio de enraizamiento y reducción foliar de púas de *Lp.* ‘Tango’ sobre *Lp.* ‘Spider’. Una vez transcurridas seis semanas tras el inicio del ensayo, la combinación púa sin reducción foliar, patrón sin lesionar y el medio de enraizamiento compuesto por turba-poliestireno, dió los mejores resultados, 47% de plantas injertadas. Al finalizar el ensayo se observó que el lesionado no mejoró el enraizamiento.

El lesionado elimina la barrera física que conforma el anillo de esclereidas lo cual permite la iniciación y crecimiento radicular. El lesionado es una explicación parcial a este hecho ya que las raíces tienen la habilidad de formarse en los haces vasculares, a esto se le suma la libre circulación de sustancias y gases que promueven la iniciación radicular. Por la tanto en la ruptura de la barrera física no interviene únicamente el lesionado.

3.2.6.2 Aplicación del lesionado en proteas

El lesionado es una práctica que se ha introducido recientemente en la propagación de proteas, por ello la información sobre el tema es escasa.

Jacobs (1981) destacó que el lesionado practicado en la zona basal de las estacas no tiene resultados concluyentes. Hubo experiencias en las que el enraizamiento aumentó y otras en las que los resultados fueron totalmente opuestos.

Rodríguez Pérez (1990) obtuvo un porcentaje de enraizamiento de estacas de *Protea obtusifolia* 'Buek ex Meisn' bajo cuando se empleó la técnica estándar, en cambio practicando el lesionado en la base de la estaca, el porcentaje aumentó hasta un 60%. Dicho tratamiento fue combinado con IBA a 4g/l, durante 5 segundos.

Rodríguez Pérez (1993) estudió el efecto del lesionado practicado en la base de las estacas de *Leucadendron* 'Safari Sunset'. En dicho estudio las estacas fueron sometidas a un tratamiento con IBA a 4000 ppm, diluida en etanol al 50%, además se practicaron dos tipos de lesionado a comparar con el tratamiento control. Los porcentajes de estacas trasplantables fueron significativamente superiores al tratamiento control, pero no hubo diferencias entre los dos.

Rodríguez Pérez et al. (1996) analizaron la interacción entre los distintos tipos de lesionado, estacas y concentraciones de IBA, sobre estacas apicales y basales de *Leucadendron discolor*. Los mejores resultados en cuanto a calidad del sistema radicular se obtuvieron con la combinación de estacas apicales con lesionado y 4000 ppm de IBA.

Rodríguez Pérez et al. (2001) llevaron a cabo un estudio en el que se analizaba la influencia del lesionado y el IBA en estacas terminales y basales de *Leucospermum cordifolium* 'California Sunshine'. Los mejores resultados desde un punto de vista comercial, en cuanto a rapidez, se correspondieron a las estacas basales con lesionado y 4000 ppm de IBA. Aunque la combinación sin lesionado y 4000 ppm de IBA obtuvo un mayor porcentaje de estacas trasplantables y siendo necesario más tiempo.

3.2.7 Propagación mediante injerto

El injerto se trata de una técnica de multiplicación vegetativa que consiste en soldar una o más porciones de la variedad o cultivas que se desea reproducir en una planta de la misma especie o afín a la misma con el objetivo de obtener un nuevo individuo, Mainardi Fazio (2003).

Según Mac Millan (1990), en el injerto se busca la unión de estas dos partes de manera que se integren de forma que crezcan como si de una sola se tratase.

Para Cuisance (1987), el injerto se trata de una operación mediante la cual se une una parte de una planta a otra la cual se convierte en soporte y principal sustentador de reservas para su crecimiento. De este modo la unión de ambas constituye una única planta con las características generales de la primera.

Los injertos han demostrado ser una técnica conveniente para la propagación de *Leucadendron*, *Leucospermum* y *Prostanthera*. Los injertos en estas plantas prosperan cuando provienen de madera joven y son tallos finos. Para atarlos Brits (1990) recomienda cintas de PVC para mejorar la unión.

3.2.7.1 Aspectos teóricos

Mainardi Fazio (2003) define portainjerto, sujeto o patrón a la planta que aporta las raíces y injerto, púa u objeto a la planta que aporta la copa; aquella que formará el tallo o las ramas de la variedad injertada, Hartman y Kester (1981).

Con el término de patrón intermedio, Hartman y Kester (1981) hacen referencia a la posición de tallo insertado entre la púa y el patrón a través de dos uniones, generalmente para evitar la incompatibilidad entre la púa y el patrón.

3.2.7.2 Razones para realizar el injerto

Mainardi Fazio (2003) indicó que las razones por las que se realiza un injerto son:

-
-
- Sustitución de técnicas comunes de reproducción vegetativa como son el esqueje, acodos u otras semejantes.
 - Dotar a la variedad seleccionada de un aparato radicular adaptado al terreno.
 - Sustitución del aparato radicular de una variedad sujeto a patologías específicas, por el de un portainjerto que por el contrario es inmune a las mismas.
 - Producción de variedades distintas en una misma planta.
 - Reducción del vigor vegetativo.
 - Rejuvenecimiento de ejemplares viejos.
 - Revigorar el sistema radicular.
 - Introducción rápida de una variedad en el terreno con la ventaja de tener plantas adultas ya ambientadas.

Además, Pidi (1981) destaca otras razones como:

- Propagación de un cultivo con las mismas características que la planta madre.
- Reunir ambos sexos en una misma planta, en el caso de especies dioicas.
- Aumentar la productividad y acelerar la fructificación.

3.2.7.3 Tipos de injertos

Existen numerosas clases de injerto que se aplican en la práctica, concretamente unos 150 tipos diferenciados. Algunos de ellos no tienen interés práctico y otros solo presentan ligeras diferencias con respecto a otros más comunes, Boselli (1982).

3.2.7.3.1 Injerto de hendidura

Se trata de uno de los métodos más antiguos y más utilizados. Para realizarlo es necesaria una lámina cortante y una pequeña maza con la que se practicará la hendidura en el patrón que va a ser injertado. Los injertos se preparan en forma de escapelo mediante dos cortes oblicuos de una longitud similar a la profundidad de la hendidura del patrón. El injerto debe estar provisto de 2-3 yemas y su longitud varía en función de la especie.

Una vez preparados los injertos estos se introducen en la hendidura de forma que las dos cortezas coincidan y los cambiums queden en perfecto contacto. Esta operación exige que los injertos estén ligeramente introducidos en el interior del corte, ya que, si estuvieran perfectamente alineados con el patrón, los cambiums no coincidirían. Finalmente se ata la unión del injerto, Boselli (1982).

Garner (1983) recomienda este tipo de injerto para tallos herbáceos además aconseja colocarlos en un ambiente húmedo para prevenir la marchitez hasta que la unión esté formada.

Mainardi Fazio (2003) clasifica los injertos de hendidura en cinco tipos:

- Injerto de hendidura plena: Este tipo de injerto se corresponde a la explicación anterior.
- Injerto de hendidura inglés (simple y doble): En esta clase de injerto, la púa y el patrón deben tener el mismo diámetro.
- Injerto de hendidura lateral: En este caso esta clase de injerto tiene por objetivo la sustitución de alguna rama u obtención de ramas en tallos desnudos. En la púa se prepara el extremo inferior en forma de cuña con dos superficies, una mayor que otra. En el patrón se practica un corte con la máxima verticalidad posible hasta alcanzar el tejido del cambium y así, introducir la púa con la superficie más pequeña hacia el interior.
- Injerto de silla: Se aplica en plantas ornamentales, en él la púa y el patrón deben tener el mismo diámetro. Del extremo inferior de la púa se extrae una cuña de madera y se forma esa misma cuña en el patrón. De este modo tiene que ser posible encajarlo o insertarlo en la cavidad de la púa. Finalmente se ata y protege.
- Injerto de hendidura Gaillard: Se utiliza sobre todo en la vid.

Para el injerto de hendidura, Meynhardt (1974) recomienda utilizar patrones con al menos dos años de edad cultivados en maceta. Este se debe decapitar a una altura

adecuada realizando una hendidura vertical de unos 3 cm de longitud. Esta longitud puede variar de hecho, Moffat et al. (1993) sugirieron esa posibilidad en función de la especie de la púa, generalmente a mayor diámetro del tallo, mayor profundidad del corte. Por ejemplo, si se emplea como púa *Protea nana*, el corte del patrón debe hacerse de unos 10 mm, mientras que, si se utiliza *Protea neriifolia*, el corte será de unos 25 mm. El corte debe ser lo más preciso posible ya que de otro modo, los cambiums no quedarían bien unidos o sería más complicado. La especie que se vaya a insertar en el patrón debe tener una longitud de unos 8-10 cm de largo y unas 3-4 hojas, Meynhardt (1974).

La unión entre ambos se ata fuerte con una cinta para evitar bolsas de aire que desemboquen en la desecación de los tejidos de la unión, Moffat et al. (1993).

3.2.7.3.2 Injerto de empalme

Para injertar material del mismo diámetro, habitualmente se recomienda este tipo de injerto debido a su simplicidad. Para realizarlo se practica un corte inclinado en el extremo basal de la púa y en el ápice del patrón, ambos con el mismo ángulo. Estas superficies se ponen en contacto y se atan, Garner (1983). Este injerto es el que Mainardi Fazio (2003) cataloga como Injerto de hendidura inglés.

La principal ventaja de esta clase de injerto es su rápida cicatrización y una unión más fuerte que en el caso del injerto de hendidura, Vogts (1982).

Para Moffat et al. (1993) se trata de un método muy recomendado para su utilización en proteas, no siendo necesario realizar una cuña, pero sí exige un mayor nivel de destreza en cuanto al corte y el contacto entre ambas partes.

3.2.7.3.3 Injerto de estaca

Este injerto implica el uso de púas con hojas, las cuales se injertan sobre una porción de tallo con hojas y sin enraizar el cual será considerado patrón. Se colocan en un medio de enraizamiento bajo niebla intermitente para que simultáneamente cicatrice la unión del injerto y enraíce el patrón, Hartman y Kester (1981).

En este tipo de injerto según Moffat et al. (1993) es necesario tener en cuenta ciertas consideraciones con respecto al patrón y los cuidados que debe recibir la planta una vez injertada. Los tallos deben tener una longitud de unos 40 cm, aunque un tamaño inferior es más manejable, así se evita que los parásitos u organismos que están en la superficie del suelo alcancen la unión del injerto y la infecten. En el patrón se eliminan las hojas que están 5 cm por debajo de los extremos y en la parte central deben quedar una cantidad similar de hojas que las que porta la púa. Habitualmente son 3-4 hojas para aquellas especies con hoja ancha como el caso de *Protea neriifolia*, o dejar más hojas en aquellas especies más finas como *Protea aristata*.

Una vez hecho el injerto, la base del patrón se sumerge en un medio de hormonas como puede ser 3000 ppm de IBA y se coloca en el sustrato a una profundidad adecuada, 5 cm generalmente.

3.2.7.4 Técnicas de injertado

Para el injerto de proteas son varios los autores que han estudiado diferentes técnicas de propagación:

Haciendo uso del injerto de hendidura, McCredie (1985) injertó ciertas especies de Banksias y una vez realizados los envolvió en Parafilm 'M' y colocó en tubos calientes de formación de callo con una temperatura de 26,9-1,5°C. Una vez transcurridos 20-25 días, las plantas se trasladaron a un invernadero a 15-25°C. Tras 4 semanas, el éxito del injerto fue evidente, las hojas de las púas se encontraban verdes y turgentes, además yemas axilares y terminales se encontraban hinchadas.

MacKenzie et al. (1986) estudió cómo las plántulas de Banksias se podían colocar bajo mist-system una vez injertadas en estado de plántula sin correr el riesgo de contraer algún tipo de problema fúngico. Con este objetivo, se cubrieron con vasos de plástico transparente durante la primera semana tras el injerto, cambiándose diariamente. Seguidamente, estas plantas se mantuvieron en una cama provista de nebulización y calor

de fondo durante 2-3 semanas más. Con este procedimiento se obtuvo un porcentaje de éxito del 95% alcanzando un promedio del 75-80%.

Los géneros *Leucospermum* y *Protea* fueron estudiados por Brits (1990), el cual estudió diversas técnicas de injerto sobre ellos para determinar cuál era más efectivo para evitar la desecación de la púa sin emplear mist-system. Se obtuvieron buenos resultados limitando el tamaño de la púa a 1 o 2 yemas junto con una pequeña porción de hoja (0,5 cm²). Por otro lado, en el género *Leucospermum*, el mejor método fue la inserción de la púa en una bolsa de polietileno azul.

Ben Jaacov et al. (1992) estudiaron técnicas de injerto en *Leucadendron* y otros géneros de proteas. Con este fin, se emplearon como púas, tallos de 5 cm los cuales se cubrieron con bolsas de plástico blancas. Las plantas que fueron tratadas con este procedimiento, empezaron a crecer tras dos meses.

3.2.7.5 Soldadura del injerto

Una vez efectuado el injerto, tienen lugar una serie de fenómenos a tener en cuenta cuando los tejidos del patrón y de la púa se ponen en íntimo contacto de modo que los cambiums estén muy próximos. Estos procesos son:

- Producción de células nuevas por parte de las capas superficiales que se sueldan dando lugar al callo.
- Algunas de las células encargadas de constituir el callo se diferenciarán formando un nuevo cambium.
- A través del nuevo cambium se formarán los tejidos encargados de la circulación.

Un requisito indispensable para obtener un buen injerto es la soldadura perfecta de los tejidos de manera que se restablezca la circulación tanto ascendente como descendente.

En el injerto de hendidura, al realizarse un perfecto contacto entre cambiums, la curación de la herida se producirá en un breve periodo de tiempo, Boselli (1982).

Según Hartman y Kester (1981), la unión del injerto podría considerarse como la cicatrización de la herida. Las regiones de cambium que quedan íntimamente unidas, son zonas meristemáticas de rápido crecimiento que producirán células de parénquima y darán lugar a un tejido calloso.

Lagersted (1981) señaló que una buena práctica para que el injerto prospere es la aplicación de calor en la zona. Si el callo se desarrollara de manera inadecuada, las yemas y las hojas de la púa podrían desecarse.

Moore (1983) distingue tres factores relacionados con el restablecimiento vascular entre las partes que forman el injerto:

- Cohesión púa-patrón.
- Proliferación del tejido del callo.
- Rediferenciación del tejido vascular entre las partes del injerto.

Mainardi Fazio (2003) señala que una vez realizado el injerto es necesario controlar la frescura de la yema o de la púa. La soldadura definitiva se manifiesta con el desarrollo del brote.

3.2.7.5.1 Factores que influyen en la soldadura del injerto

3.2.7.5.1.1 Compatibilidad

Para que un injerto de resultados es necesario la afinidad botánica de las especies que se empleen ya que resulta casi imposible emplear individuos de familias diferentes, Boselli (1982).

Garner (1983) destaca que el éxito del injerto dependerá de las similitudes entre los caracteres vegetativos y que estos no están necesariamente relacionados con los caracteres reproductivos.

Hartman y Kester (1981) definen compatibilidad como la capacidad de dos plantas injertadas entre sí, para producir su unión con éxito y su posterior desarrollo como una planta compuesta.

No es habitual que se produzca el injerto entre diferentes géneros, sin embargo, existen excepciones. Se han obtenido buenos resultados injertando especies de *Leucadendron*, *Orothamnus* y *Mimetes* sobre *Leucospermum* como patrón.

3.2.7.5.1.2 Incompatibilidad

Garner (1983) atribuye y reserva el término incompatible a distintos fracasos en una unión mecánicamente fuerte, fracaso al crecer de manera sana o fracaso por muerte prematura donde estos fallos pueden atribuirse a diferencias entre portainjertos y púas.

Un indicio claro de incompatibilidad es la rotura en el punto de unión, sobre todo cuando la combinación ha sobrevivido más de una estación de crecimiento y cuando la rotura es completa, lisa y sin astillarse.

Boselli (1982) señala que el hecho de que un injerto se rompa por el punto de unión puede deberse a una forma de incompatibilidad, esta se atribuye a las fibras de púa y patrón las cuales no se sueldan entre sí. Además, destaca que algunos investigadores sostienen que un distinto desarrollo entre la púa y el patrón puede ser una posible causa de incompatibilidad.

Otros síntomas de incompatibilidad pueden ser:

- Amarilleamiento del follaje.
- Fallos en la unión.
- Muerte prematura de la planta tras haber permanecido uno o dos años en el vivero.
- Desarrollo excesivo de la unión del injerto.

-
-
- Diferencias en la tasa de crecimiento o en el vigor entre el injerto y el patrón.

Algunos de estos síntomas pueden atribuirse no necesariamente a una incompatibilidad, sino a las condiciones ambientales desfavorables como falta de agua o nutrientes esenciales, así como plagas o enfermedades, Hartman y Kester (1981).

Moffat et al. (1993) analizando diferentes combinaciones púa-patrón hallaron síntomas de incompatibilidad como *Serruria florida* injertada sobre patrones de *Leucospermum cordifolium* o *L. reflexum*.

Protea obtusifolia alcanzó un gran interés como patrón ya que es muy tolerante a los suelos alcalinos, pero mostraba cierta incompatibilidad con especies de proteas que habitualmente se emplean como púas. Inicialmente se obtuvo el éxito con púas de *P. aristata*, *P. coronata*, *P. eximia*, *P. grandiceps* exceptuando *P. lacticolor*, *P. neriifolia* y *P. repens* ya que aparecieron lesiones en los tallos de *P. obtusifolia* que ocasionaron la muerte de la planta.

3.2.7.6 Condiciones para el éxito del injerto

Para que se produzca una buena soldadura entre la púa y el patrón, es necesario que se den una serie de condiciones:

- El parentesco próximo entre púa y patrón es muy importante para el éxito del injerto, Garner (1983). Bretaudeau (1987) señala la relevancia de la afinidad entre ambos, debiendo pertenecer al mismo género y siendo limitante el hecho de pertenecer a la misma familia botánica.
- El contacto cambial juega un papel fundamental, el hecho de que estas dos partes sean compatibles entre sí, es primordial para el éxito del injerto, Boselli (1982). Esto se consigue con cortes limpio y lisos, Pidi (1981).
- La temperatura tiene una gran importancia en la formación del callo. Generalmente, temperaturas muy elevadas (35-45°C) o muy bajas (inferiores

a 5°C) son perjudiciales para el desarrollo de las nuevas células, Boselli (1982). La falta de agua induce la desecación de los vástagos con hoja empleados como púa e impide la formación de nuevos tejidos, Pidi (1981).

- El estado vegetativo de la púa y el patrón debe ser casi el mismo, si no fuera posible es preferible que la púa esté en estado vegetativo más retrasado, Bretaudeau (1987). Si el patrón se encontrara en estado vegetativo más retrasado respecto a la púa, esta no sería capaz de recibir el alimento puesto que el patrón ha de nutrirla, por lo que se marchitaría y moriría, Pidi (1981).
- La púa debe portar al menos una yema funcional capaz de desarrollarse, Bretaudeau (1987).
- Mantener la polaridad de la púa es imprescindible, Pidi (1981)
- Para garantizar el éxito resulta importante contar con personal especializado para realizar el injerto, Pidi (1981).

3.2.7.7 Épocas para realizar el injerto

Meynhardt (1974) señala que, en caso de poseer sistema de nebulización, el injerto de hendidura podría emplearse en cualquier época del año, pero recomienda especialmente los meses de verano.

Vogts (1982) plantea que el injerto puede practicarse en las estaciones de otoño, invierno y primavera, siendo esta última la más recomendada debido a que la mayoría de proteas están en desarrollo activo.

Brits (1990) propuso injertar los géneros *Protea* y *Leucadendron* mediante injertos de hendidura y de yema, pudiendo llevarlos a cabo desde otoño hasta primavera y considerando la época de otoño-invierno la mejor.

Antes de que las plantas injertadas vayan a establecerse en campo, debe haberse reanudado el crecimiento de los brotes. Generalmente, las púas injertadas demasiado

tarde o en un estado con poco vigor, permanecerán en dormancia hasta el siguiente periodo de crecimiento.

Por lo tanto, una manera efectiva de organizar todo el proceso es realizar el injerto en la época de otoño para que pueda cicatrizar y enraizar en los meses de invierno y así trasplantar a macetas. De este modo en los periodos de primavera-verano se reiniciará el crecimiento y en otoño-invierno se podrán obtener plantas vigorosas.

Según Jacobs et al., 1976 (citado por Brits, 1990), el periodo de tiempo que transcurre entre los meses de otoño-invierno, es la mejor época para el injerto en estaca teniendo en cuenta el periodo de cicatrización que se necesita y que son estaciones en las que la madera semidura enraíza favorablemente. Incluso si se efectuara un poco antes, el injerto en estaca sería más exitoso debido a la baja incidencia de enfermedades, Brits 1986 (citado por Brits, 1990).

Híbridos interespecíficos de *Leucospermum* F1 pueden injertarse a principios de primavera de modo que se reinicie el crecimiento en verano. Además, se debe poner especial atención en la reducción del estrés hídrico de las nuevas plantas mediante riego adicional.

La época que parece ser más favorable para realizar el injerto es a principios de marzo, según Ben Jaacov et al. (1992) los cuales injertaron entre finales de otoño y principios de primavera *Leucadendron* ‘Safari Sunset’, *L. discolor* y *L. ‘Yaeli’* sobre *Leucadendron* ‘Orot’, *L. coniferum* y *L. muirii*. Los porcentajes de injertos prendidos fueron entre el 40 y el 100%.

3.2.7.8 Características de las especies utilizadas como patrón

El patrón debe pertenecer a la misma familia y preferentemente, al mismo género que la púa, Moffat et al. (1993).

Según Mainardi Fazio (2003) la elección del portainjerto o patrón depende de la calidad del terreno en relación con la profundidad, capacidad hídrica y pH.

Por otro lado, Moffat et al. (1993) destaca que para la selección del patrón hay que tener en cuenta:

- Tolerancia a la pudrición radicular.
- Vigor.
- Fácil propagación.
- Compatibilidad positiva con la púa.
- Diámetro del tallo. Este debe ser similar o ligeramente superior al de la púa.
- Mismo punto de madurez entre la púa y el patrón.
- Tener en consideración qué especies se desarrollan mejor dependiendo de los diferentes tipos de suelo, condiciones climáticas y enfermedades radiculares.

Con respecto a este asunto, son varios los autores que han estudiado la selección de patrones:

Meynhardt (1974) destaca que especies de distinto género como *Protea* y *Leucadendron* son incompatibles, sin embargo, existe una excepción, *Mimetes hirtus* sobre *Leucospermum nutans*.

Destaca *Protea compacta* como una especie compatible que puede ser utilizada como patrón para *P. barbiger*, *P. grandiceps* y *P. aristata* además, *P. repens*, *P. laticolor*, *P. longifolia* y *P. eximia* también con compatibles con *Protea compacta* en función de la adaptabilidad al emplazamiento.

La resistencia a *Phytophthora cinnamomi* hace que especies como *Leucospermum conocarpodendron*, *L. praecox* y *L. ulriculosum* sean utilizadas como patrón. Así lo estudió Jacobs (1981) que además destaca el uno de *L. patersonii* y *P. obtusifolia* para suelos alcalinos. McCredie et al. (1985) estudiaron la posibilidad de injertar especies de *Banksias* susceptibles a *Phytophthora cinnamomi* sobre otras resistentes del mismo género. El patrón con el que se obtuvo mejores resultados fue *Banksia integrifolia* var. *integrifolia*.

Parvin (1982) indicó que algunas especies del género *Banksia* han sido injertadas sobre *Banksia serrata*, *B. robur* o *B. spinulosa*, a pesar de ello los mejores resultados se han obtenido con *B. integrifolia* como patrón.

Los patrones de *Leucospermum* han dado buenos resultados cuando se emplean en injertos con *Orothamus*, *Leucadendron* y *Mimetes*, Vogts (1982).

Brits (citado por Vogts, 1982) recomendó patrones basándose en su tolerancia a las condiciones ambientales y en la compatibilidad con otras proteas, estas especies son: *Protea eximia*, *P. mundi*, *P. compacta*, *P. repens*, *Leucospermum patersonii* y *L. conocarpodendron*. De todas ellas, *Protea repens* y *Protea eximia* son las más resistentes a *Phytophthora cinnamomi* mientras que los pertenecientes al género *Leucospermum* son susceptibles a la misma.

Del mismo modo, señala la existencia de tres híbridos para ser utilizados como patrón: *P. eximia* x *P. sussanae*, *L. patersonii* x *L. cordifolium* y *L. formosum* x *L. tottum*.

Brits (1986, citado por Rodríguez Pérez, 1989) llevó a cabo un estudio sobre los patrones adecuados para los géneros *Leucospermum* y *Protea*. En esta investigación se buscaba que los patrones fueran tolerantes a suelos de pH > 6, cuya conductividad eléctrica fuera media-alta y en los que se aplicaran nutrientes.

Para el género *Protea* se recomendaron *P. aurea*, *P. compacta*, *P. eximia*, *P. lanceolata*, *P. mundii*, *P. neriifolia*, *P. nitida*, *P. obtusifolia* y *P. repens*.

Para el género *Leucospermum* se recomendó *Leucospermum conocarpodendron* ssp. y *L. patersonii*.

Brits (1990) en un estudio que buscaba comprobar la tolerancia de *Leucospermum* y selecciones clonales a la pudrición radicular que causa *Phytophthora cinnamomi* obtuvo los mejores resultados con *L. tottum* x *L. formosum* como patrón. Solo *L. formosum* y *L. reflexum* mostraron ser especies relativamente tolerantes a la pudrición radicular.

Been Jaacov et al. (1992) investigaron la posibilidad de emplear patrones con el objetivo de subsanar los problemas de suelos en las áreas productoras de *Leucadendron* en Israel y otros lugares de suelo similar. Con *Leucadendron* ‘Orot’, *L. coniferum* y *L. muirii* empleándolos como patrones y *L.* ‘Safari Sunset’, *L. discolor* y *L.* ‘Yaeli’ como púas, se obtuvo los mejores resultados

Hoyos Rodríguez (1993) obtuvo buenos resultados al injertar *Leucadendron* ‘Safari Sunset’ sobre patrones de *L. eucalyptifolium* y *L. Meridianum* alcanzando un 100% de injertos prendidos.

La tolerancia a *Phytophthora cinnamoni* es una cualidad muy estudiada, según Tunbull (1994) las mejores especies dentro del género *Protea* para ser empleadas como patrón son: *P. aristata*, *P.* ‘Ivy’, *P. neriifolia*, *P.* ‘Pink Ice’, *P. pudens*, *P. roupelliae* y *P. sussanae*. Dentro del género *Leucadendron* destaca *L. eucalyptifolium* y *L. xanthoconus*.

Ackerman et al. (1997) comprobó cómo el enraizamiento e injerto simultáneo en especies de *Leucospermum* y *Leucadendron* es comercialmente viable.

3.2.7.9 Selección de púas

La especie escogida para emplearse como púa debe ser compatible con el patrón y tener un diámetro y una madurez fisiológica similar.

Moffat et al. (1993) señalaron que a la hora de escoger la púa es importante tener en cuenta el destino final del producto, es decir, el tipo de mercado al que se dirige. Además, es importante que la producción resulte económica y que estén libres de plagas y enfermedades.

3.2.7.10 Precauciones tras la realización del injerto

3.2.7.10.1 Injertos bajo sistemas de nebulización

Una vez realizado el injerto, este se trata con fungicida y se coloca bajo el sistema de nebulización, en él permanecerá hasta que se produzca la unión consolidada de la púa y el patrón. Para ello deben transcurrir unas 8 semanas en el género *Protea*, entre 6 y 8 para *Leucadendron* y 4 semanas en el género *Leucospermum*.

Los sistemas de nebulización deben adecuarse y regularse al cultivo de forma que se eviten posibles deshidrataciones debido al déficit de humedad, o pudriciones radiculares y debilitamiento del patrón por un exceso de humedad.

Una vez transcurrido el tiempo necesario y suficiente, las plantas deben retirarse del sistema de nebulización trasladándolas a una zona sombreada donde las plantas se endurecen antes de trasladarlas al terreno definitivo, Moffat et al. (1993).

Por lo tanto, al cabo de 7 u 8 semanas es posible obtener una planta lista para el trasplante al terreno definitivo en 4 meses, obteniendo un desarrollo más efectivo y rápido que en las plantas sin injertar, Ackerman et al. (1997).



4. Material y métodos



- **Ubicación y descripción de las instalaciones**

El ensayo se desarrolló en las instalaciones de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (E.P.S.I.), Sección Agraria, de la Universidad de la Laguna localizada en el término municipal de San Cristóbal de la Laguna, en la Carretera de Geneto nº2.

Se llevó a cabo más concretamente en el umbráculo que se muestra en las **fotos 12 y 13**, este cuenta con 186 m² y está provisto de los recursos necesarios para llevar a cabo el ensayo como son:

- Camas calientes
- Sistema de nebulización (Mist system)
- Sombreado y ventilación.



Foto 12. Situación del umbráculo. Fuente GRAFCAN



Foto 13. Área del umbráculo. Fuente GRAFCAN

- **Camas calientes**

Las camas de enraizamiento cuentan con calor de fondo ya que están provistas de un circuito cerrado de agua caliente conectado a un calentador y un termostato que permite proporcionar una temperatura de $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ en el sustrato.

- **Sistema de nebulización, “Mist system”**

Con el objetivo de controlar la temperatura y la humedad relativa se empleó un sistema de nebulización “mist System” (**Foto 14**). Este consiste en la pulverización de

microgotas de agua sobre el cultivo para reducir la temperatura y a su vez incrementar la humedad relativa, disminuyendo así la evapotranspiración del mismo. La instalación esta compuesta por tubos de PVC y dotada de automatismo lo cual permite un mejor control de la misma.

El sistema se activaba en dos periodos: cada 30 min desde las 9:00 h hasta las 13:30 h y 60 min desde las 13:30 h hasta las 19:00 h. Tenía una duración de 50 segundos.



Foto 14. Mist-system

- **Sombreado y ventilación**

El umbráculo donde se llevó a cabo el ensayo cuenta con una cubierta de malla la cual permite la ventilación del mismo.

- **Preparación del material**

El ensayo comenzó el día 8 de octubre de 2018 con la desinfección de las bandejas de polietileno negro de 18 cm de profundidad en una disolución con hipoclorito sódico (lejía) en proporción 9:1 (**Foto 15**).

Esta misma disolución se utilizó para desinfectar la grava (**Foto 16**) que se colocaría posteriormente en las bandejas cubriendo unos 4 cm del fondo para facilitar el drenaje de las mismas.



Foto 15. Desinfección de las bandejas de siembra



Foto 16. Base de picón en bandeja de siembra

Del mismo modo, se preparó el medio de enraizamiento a emplear, el cual consistía en una mezcla de turba cernida y poliestireno en proporción 2:3 (**Foto 17 y 18**).

Una vez que todo el material estaba preparado se rellenaron todas las bandejas con el sustrato y se colocaron en la cama caliente de forma ordenada (**Foto 19 y 20**). A continuación, se humedeció el sustrato y se removió bien para lograr una buena uniformidad de la humedad. Del mismo modo se prepararon las macetas en las que se colocarían las estacas a enraizar con el mismo sustrato empleado en las bandejas.



Foto 17. Preparación de la turba



Foto 18. Medio de enraizamiento.
Turba y poliestireno 2:3



Foto 19. Bandejas en la cama caliente

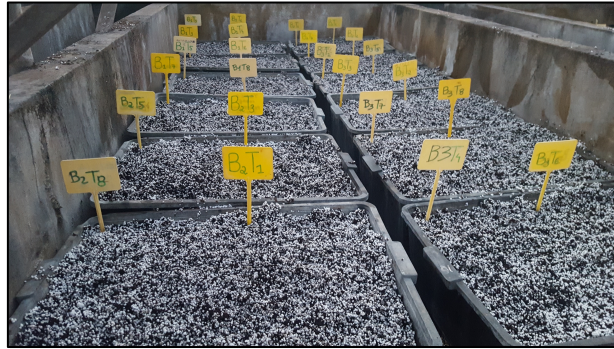


Foto 20. Bandejas preparadas y etiquetadas

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

ENSAYO: Injerto embolsado sobre patrón no enraizado

El ensayo comenzó el día 24 de octubre de 2018 con la recolección del material vegetal (**Foto 21**) en las instalaciones de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Sección Agraria, a primera hora de la mañana. Una vez recogido el material se procedió a la preparación del mismo (**Foto 22 y 23**)

La preparación del material consistió en cortar estacas de unos 16 cm de longitud y eliminar las hojas basales (**Foto 24, 25, 26 y 27**). Las púas fueron recolectadas del mismo modo a primera hora de la mañana y se prepararon cortándolas y dejando un tamaño de unos 5 a 7 cm y unas 3-4 hojas (**Foto 28, 29 y 30**).



Foto 21. Recogida del material vegetal



Foto 22. Preparación de los patrones



Foto 23. Selección de patrones



Foto 24. Patrón *Patersonii* preparado para injertar



Foto 25. Patrón 'Spider' preparado para injertar



Foto 26. Patrones *Patersonii*



Foto 27. Patrones 'Spider'



Foto 28. Tamaño de la púa



Foto 29.
Preparación de
púa 'Raziya'



Foto 30. Púa
'Themba'

Con las púas y los patrones ya preparados se pasó a la realización de los injertos por hendidura (**Foto 31, 32, 33 y 34**) procurando tomar púa y patrón con diámetro similar para asegurar el máximo contacto entre los cambiums y el prendimiento del injerto (**Foto 36 y 37**). Posteriormente se ató con cintas de parafilm (**Foto 35**) tratando de que no quedara nada sin cubrir, evitando así la deshidratación de la púa.



Foto 31. Detalle de la preparación del injerto por hendidura



Foto 32. Detalle de la preparación de la púa



Foto 33. Detalle de la unión patrón *L.* 'Spider' y púa *L.* 'Themba'



Foto 34. Detalle de la unión patrón *L.* 'Spider' y púa *L.* 'Raziya'



Foto 35. Atado del injerto entre patrón *L.* 'Spider' y púa *L.* 'Themba' con Parafilm



Foto 36. Injerto preparado *L. patersonii* con púa *L.* 'Themba'



Foto 37. Injerto preparado *L. patersonii* con púa *L.* 'Raziya'

Posteriormente se refrescó el corte reduciendo aproximadamente 1 cm de la longitud de la estaca (**Foto 38**) y se efectuó el lesionado de la misma realizando dos cortes longitudinales de unos 2 cm en la base (**Foto 39**). Inmediatamente después se les aplicó el tratamiento hormonal correspondiente, IBA 4000 ppm. Tras la aplicación de la hormona se pasó la estaca por una mezcla de talco y fungicida (**Foto 40 y 41**).



Foto 38. Reducción de la longitud del injerto refrescando el corte

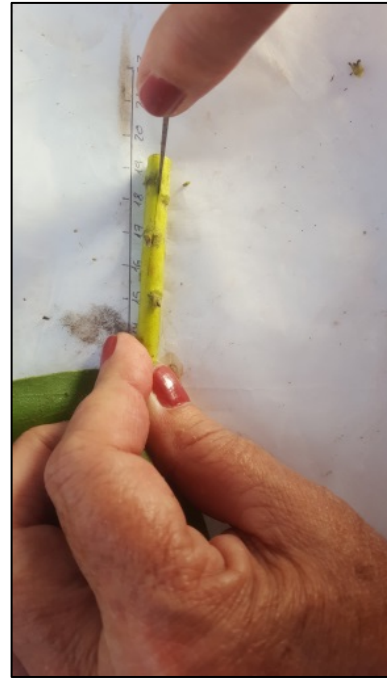


Foto 39. Lesionado en la base de 2 cm aproximadamente



Foto 40. Aplicación de fungicida



Foto 41. Aplicación de la hormona, IBA 4000 ppm

Se prepararon 15 injertos para cada cultivar, 90 con *Leucospermum patersonii* y 90 con *Lp. 'Spider'*. Una vez que estaban los injertos listos y colocados en las bandejas ordenadas en la cama caliente, (**Foto 42**) se procedió a la reducción foliar de los tratamientos 2, 4, 6 y 8 (**Foto 43 y 44**) para llevar a cabo finalmente el embolsado (**Foto 45 y 46**).



Foto 42. Injertos en las bandejas colocadas en cama caliente



Foto 43. Detalle de la reducción foliar



Foto 44. Detalle de la reducción foliar



Foto 45. Injertos embolsados en cama caliente



Foto 46. Detalle del embolsado

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

ENSAYO: Injerto sobre patrón no enraizado (injerto embolsado)

Tratamiento 1: Patrón *Lp. patersonii* + Púa *Lp. 'Themba'* con hoja entera

Tratamiento 2: Patrón *Lp. patersonii* + Púa *Lp. 'Themba'* con hoja reducida

Tratamiento 3: Patrón *Leucospermum patersonii* + Púa *Lp. 'Raziya'* con hoja entera

Tratamiento 4: Patrón *Leucospermum patersonii* + Púa *Lp. 'Raziya'* con hoja reducida

Tratamiento 5: Patrón *Lp. 'Spider'* + Púa *Lp. 'Themba'* con hoja entera

Tratamiento 6: Patrón *Lp. 'Spider'* + Púa *Lp. 'Themba'* con hoja reducida

Tratamiento 7: Patrón *Lp. 'Spider'* + Púa *Lp. 'Raziya'* con hoja entera

Tratamiento 8: Patrón *Lp. 'Spider'* + Púa *Lp. 'Raziya'* con hoja reducida

El diseño experimental consistió en bloques al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones, con 15 esquejes por tratamiento, siendo 360 esquejes en total.

4.2 PARÁMETROS EVALUADOS

En el transcurso del Ensayo se realizaron conteos cada dos semanas, a partir de la semana 6^a. Comenzando el 5 de diciembre de 2018 y finalizando el 15 de marzo de 2019, realizándose un total de 8 conteos (**Foto 54**). En cada uno de ellos se obtuvo el número de estacas muertas, sin callo, con callo, y raíces trasplantables con púa viva. Además, se midió la longitud de las tres raíces más largas, superior a 3,5 cm, y la cantidad total de raíces con longitud superior a 3,5 en estacas trasplantables con púa viva.

Todas aquellas estacas consideradas como trasplantables con púa viva se pasaron a macetas de 14 cm de diámetro con un sustrato compuesto por una relación de picón y turba 2:3 (**Foto 53 y 55**).



Foto 47. Muerta. Patrón *L. patersonii* con púa *L. 'Themba'* hoja reducida



Foto 48. Sin callo. Patrón *L. 'Spider'* con púa *L. 'Themba'* hoja reducida



Foto 49. Con callo. Patrón *L. patersonii* con púa *L. 'Raziya'* hoja entera



Foto 50. Número de raíces igual o superior a 3 pero menores de 3,5 cm. Patrón *L. patersonii* con púa *L. 'Raziya'* hoja reducida

Foto 51. Menos de 3 raíces mayores a 3,5 cm. Patrón *L. patersonii* con púa *L. 'Raziya'* hoja entera





Foto 52. Raíz trasplantable.
Patrón *L. patersonii* con púa *L.*
'Raziya' hoja entera



Foto 53. Plantas
trasplantadas a macetas



Foto 54. Injertos tras el tercer conteo



Foto 55. Revisión de las plantas trasplantadas
tras cada conteo para eliminar las muertas

4.3 ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA

Se consideró estaca con raíz trasplantable aquella cuyo volumen de cepellón, iguala o supera la longitud del radio de una pelota de tenis (3,5 cm aproximadamente), o al menos con tres raíces de tamaño igual o superior a 3,5 cm de longitud (**Foto 56, 57 y 58**).

También se tomó nota del número de raíces mayores de 3,5 cm en cada estaca.



Foto 56. Estacas con raíz trasplantable y púa viva.
Leucospermum patersonii + *Lp.*
'Raziya' hoja entera



Foto 57. Detalle raíces *Leucospermum patersonii* + *Lp.* 'Themba' hoja entera



Foto 58. Progreso de las estacas trasplantadas con púa viva en el mes de abril

4.4 ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO

A las seis semanas de llevar a cabo el injertado y la plantación de las estacas, se comenzó a elaborar un índice de enraizamiento (IE) cada dos semanas en el que se refleja la calidad del sistema radicular. Esta valoración se realizó conforme la escala que se muestra a continuación, (Criley y Parvin, 1979).

0 = Estacas muertas (**Foto 47**)

1 = Sin callo (**Foto 48**)

2 = Con callo (**Foto 49**)

3 = Con raíces, pero no trasplantables (**Foto 50 y 51**)

4 = Trasplantables con pocas raíces (3-6 raíces)

5 = Trasplantables con número medio de raíces (6-10 raíces)

6 = Trasplantables con numerosas raíces (más de 10 raíces) (**Foto 52**)

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez obtenidos los resultados, estos se organizaron y elaboraron en diversas hojas de cálculo mediante el programa Microsoft Office Excel 2016.

Para el estudio estadístico de los resultados se realizaron análisis de varianza (ANOVA) univariante, para estudiar las posibles diferencias significativas en todos los parámetros. Las medias significativamente diferentes de los distintos parámetros se separaron con el test de Tukey de Rango Múltiple.

En algunos casos, en que las condiciones de homogeneidad y/o normalidad de medias no se cumplieron, fue necesario realizar una transformación de los datos. Para todos los análisis referidos anteriormente se utilizó el programa SPSS en su versión V.19.

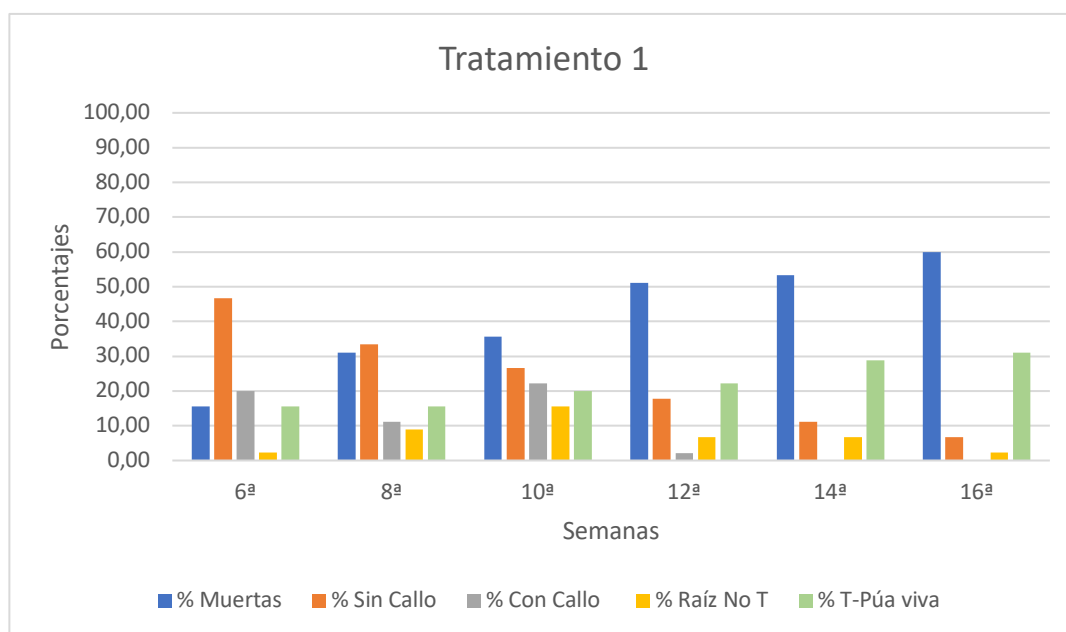


5. Resultados y discusión



5.1 EVOLUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL ENSAYO

5.1.1 Tratamiento 1: Patrón *Lp. patersonii* con púa *Lp. `Themba´* con hoja reducida



Gráfica 1. Evolución del tratamiento 1 durante el ensayo.

Tal y como puede observarse en la **gráfica 1**, las estacas muertas aparecen desde la sexta semana con un 15,56%, valor que se incrementa en la octava semana hasta un 31,11%, siendo este el mayor aumento de estacas muertas que se producirá en este tratamiento, el doble del valor. En la semana 12ª alcanza un 51,11% las estacas muertas para luego llegar hasta un 60% en la 16ª.

Las estacas sin callo aparecen desde la sexta semana con el porcentaje más alto, 46,6%, a partir del cual desciende semana tras semana de manera progresiva alcanzando finalmente un 6,67% en la 16ª semana.

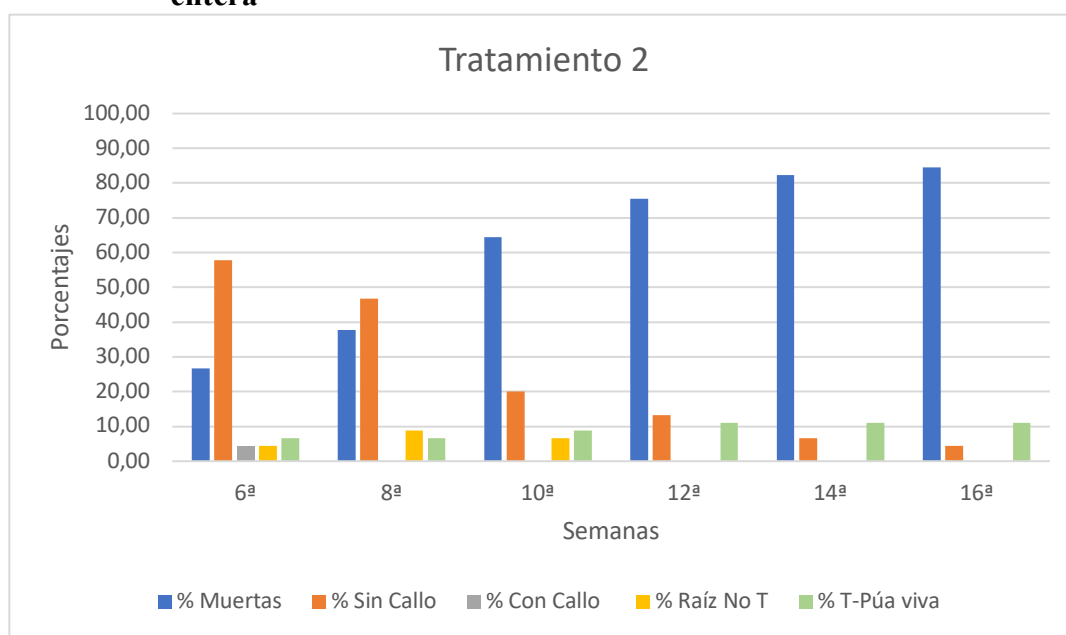
Con respecto a las estacas con callo, estas aparecen desde la 6ª semana con un 20%, valor que comienza a disminuir hasta un 2,2% en la semana 12ª. A partir de la 14ª semana los valores de estacas con callo son de un 0% hasta finalizar el ensayo.

Las estacas con raíz no trasplantable aparecen desde el primer conteo con un 2,22%, aumenta la 8ª semana hasta 8,89% y asciende de nuevo hasta un 15,56% en la 10ª

semana. A partir de la 12ª semana los valores bajan desde un 6,67%, valor que se repite en la 14ª hasta 2,22% en la 16ª.

Las estacas trasplantables con púa viva aparecen desde la sexta semana con un 15,56%, en la octava semana los valores se repiten y en las semanas siguientes aumentan pasando por un 20% en la 10ª, 28,89% en la 14ª y terminando el último conteo con un 31,11%.

5.1.2 Tratamiento 2: Patrón *Lp. patersonii* con púa *Lp. 'Themba'* con hoja entera



Gráfica 2. Evolución del tratamiento 2 durante el ensayo.

En la **gráfica 2** puede observarse cómo las estacas muertas aparecen desde la 6ª semana con un 26,67%. A partir de la 8ª semana los valores se incrementan hasta un 37,78% y así de manera progresiva el porcentaje de estacas muertas aumenta semana tras semana alcanzando un 75,56% en la 12ª semana, y un 84,44% en la 16ª.

Las estacas sin callo alcanzan el pico más alto en la 6ª semana con un 57,78% y descienden de forma paulatina hasta la 16ª semana que alcanza el 4,4%.

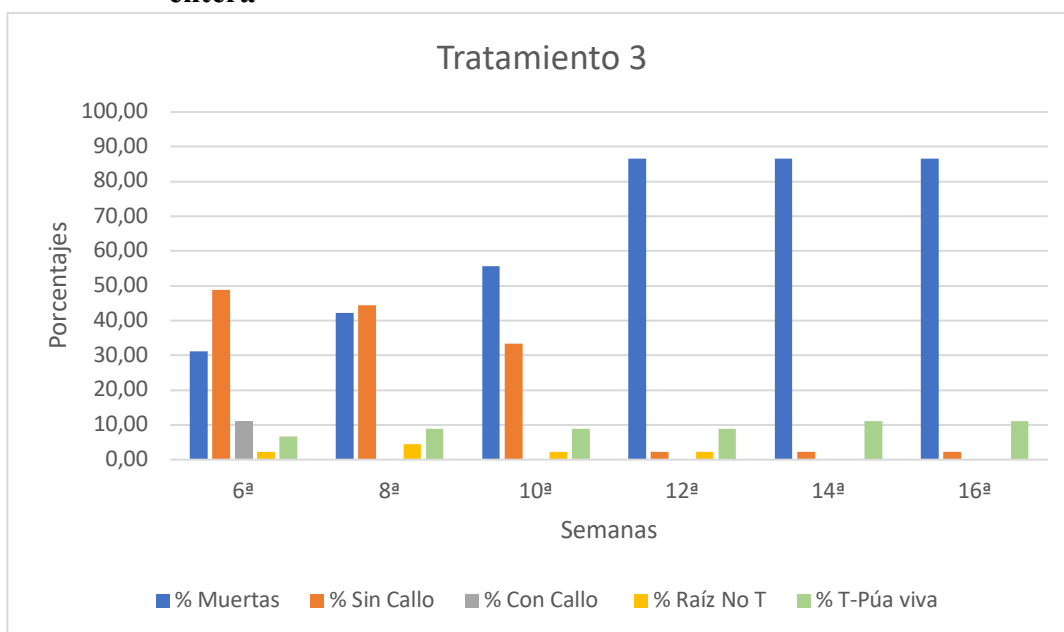
Las estacas con callo aparecen en la 6ª semana con un 4,4%, desaparecen en la 8ª semana hasta el final del ensayo, los valores son del 0%.

Las estacas con raíz no trasplantable se encuentran desde la 6ª semana con un 4,44%, su valor se incrementa en la 8ª semana con un 8,89% y desciende en la 10ª semana hasta un 6,67%. A partir de la 12ª semana hasta la 16ª es decir, el final del ensayo, el valor de las estacas con raíz no trasplantable es del 0%.

Las estacas trasplantables con púa viva aparecen en la 6ª semana con un 6,67%, en la octava semana se repite el valor, 6,67% y aumenta en la 10ª con un 8,89%. El resto

de las semanas, de la 12^a en adelante se repite el mismo valor de estacas trasplantables con púa viva, 11,11%.

5.1.3 Tratamiento 3: Patrón *Lp. patersonii* con púa *Lp. 'Raziya'* con hoja entera



Gráfica 3. Evolución del tratamiento 3 durante el ensayo.

La **gráfica 3** indica que las estacas muertas van aumentando desde la 6ª semana en adelante pasando por valores en la 10ª semana de un 55,556% y experimentando el aumento más importante la 12ª semana con un 86,67%. En la 14ª semana se repite el valor de la anterior, lo mismo ocurre en la 16ª.

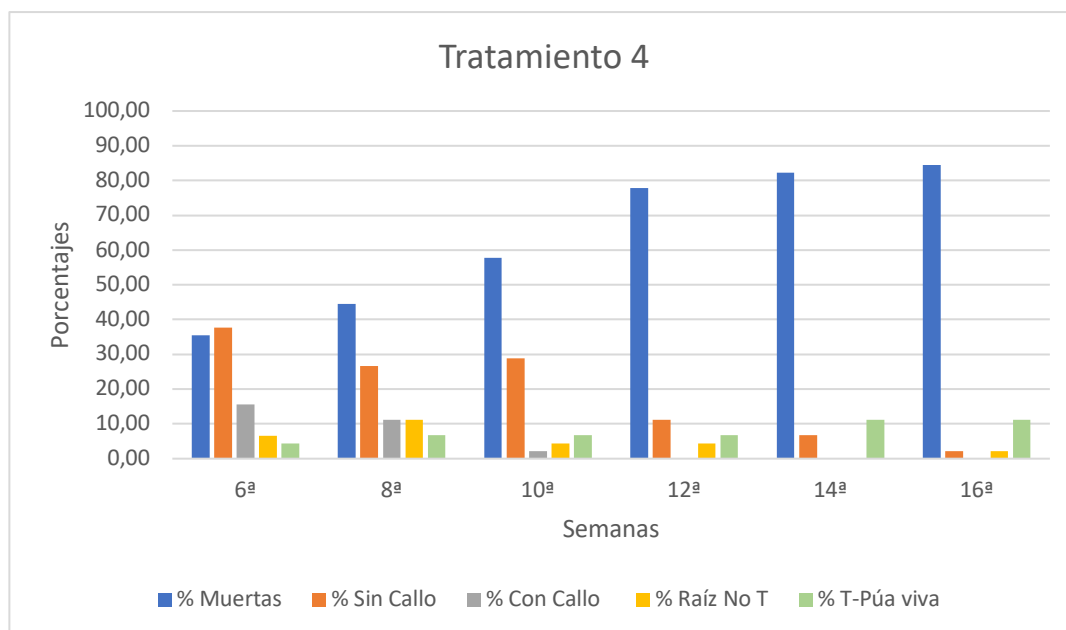
El porcentaje de estacas sin callo alcanza el valor más alto en la 6ª semana con un 48,89%, en la 8ª semana el valor baja hasta un 44,44%, descenso que continúa en la 10ª alcanzando un 33,33%. En la 12ª semana, el valor de las estacas sin callo experimenta la bajada más brusca, toma un valor de 2,22%, este se repite hasta la semana 16ª.

Las estacas con callo únicamente aparecen en la 6ª semana con un 11,1%.

Las estacas con raíz no trasplantable se encuentran en la 6ª semana con un 2,22%, en la 8ª semana aumenta hasta un 4,44% para volver a descender a un 2,22% en la 10ª y 12ª semana. Desde la 14ª en adelante, los valores de estacas con raíz no trasplantable son del 0%.

Las estacas trasplantables con púa viva aparecen desde la 6ª semana con un 6,67%, toma valores del 8,89% en la 8ª, 10ª y 12ª semana y se incrementa en la 14ª hasta un 11,11%. En la 16ª semana se repite el mismo valor que en la anterior.

5.1.4 Tratamiento 4: Patrón *Lp. patersonii* con púa *Lp. 'Raziya'* con hoja reducida.



Gráfica 4. Evolución del tratamiento 4 durante el ensayo.

En la **gráfica 4** se observa como las estacas muertas toman un valor de 35,56% incrementándolo hasta un 77,78% en la 12ª semana. En la 14ª las estacas muertas representan ya el 82,22% del total de estacas del ensayo, finalmente en la 16ª semana el porcentaje de estacas muertas es de 84,44%.

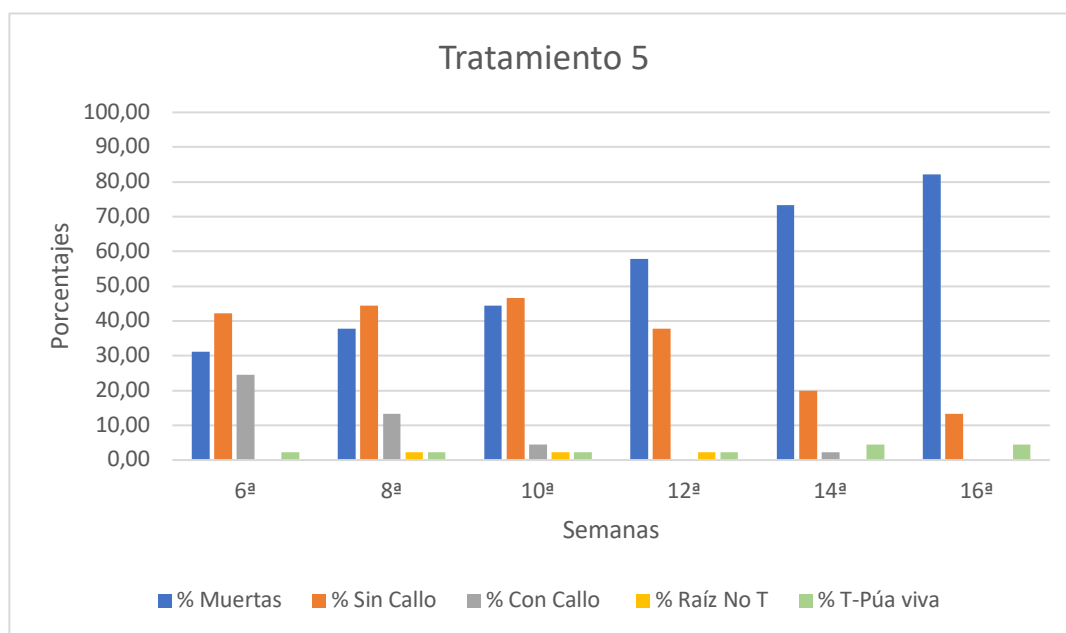
Las estacas sin callo aparecen desde la 6ª semana con un valor máximo de 37,78%, a partir de ahí los valores disminuyen progresivamente hasta la 16ª semana en la que se alcanza un 2,2%.

Las estacas con callo se encuentran desde la 6ª semana con un 15,56%, este porcentaje disminuye en la 8ª semana alcanzando un 11,11% y en la 10ª semana llega al valor más bajo, 2,22%, a partir del cual las estacas con callo desaparecen hasta el final del ensayo.

Las estacas con raíz no trasplantable representan un 6,67% en la 6ª y 8ª semana, los valores aumentan hasta un 11,11%. En la 10ª semana toma valores de hasta un 4,4% que se repiten en la 12ª semana, en la 14ª el valor de estacas con raíz no trasplantable llega al 0% y vuelven a aparecer en la 16ª con un 2,2%.

Las estacas trasplantables con púa viva se muestran desde la 6ª semana con un 4,4%, este valor se incrementa en la 8ª semana hasta un 6,67% el cual se repite en la 10ª y 12ª semana. En la 14ª las estacas trasplantables con púa viva alcanzan un 11,11%, valor que toman también la semana siguiente.

5.1.5 Tratamiento 5: Patrón *Lp.* 'Spider' con púa *Lp.* 'Themba' con hoja entera



Gráfica 5. Evolución del tratamiento 5 durante el ensayo.

Como se muestra en la **gráfica 5**, las estacas muertas aparecen la primera semana con un 31,1%, incrementando progresivamente semana tras semana va tomando valores cada vez mayores. En la 12ª semana el porcentaje de estacas muertas representa ya un 57,78% del total de estacas, a medida que avanzan las semanas los valores van aumentando y finalmente en la 16ª semana un 82,22% de estas estacas están muertas.

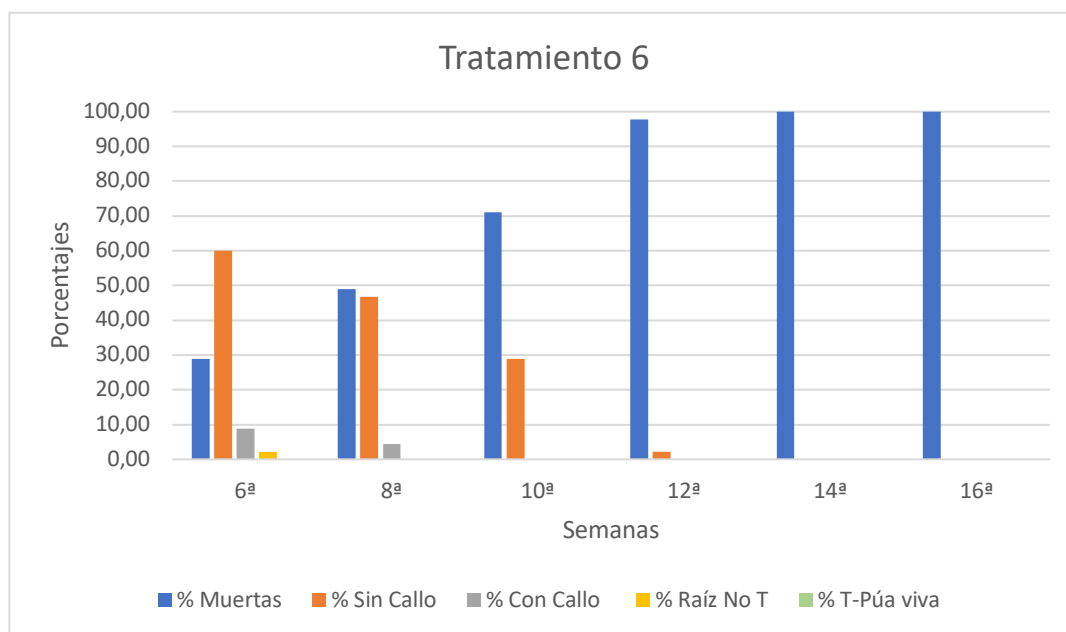
Las estacas sin callo se presentan desde la 6ª semana con un 42,22% el cual aumenta ligeramente en la 8ª y 10ª semana hasta llegar a un 46,67%. A partir de la 14ª semana los valores comienzan a disminuir progresivamente, desde un 20% dicha semana hasta un 13,33% en la 16ª.

Las estacas con callo se encuentran en la 6ª semana con un 24,44%, valor que disminuye hasta un 13,3% en la 8ª semana y posteriormente hasta un 4,4% en la 10ª. No aparece en la 12ª semana y reaparece de nuevo en la 14ª con un 2,2%, desapareciendo de nuevo hasta el final del ensayo.

Con respecto a las estacas con raíz no trasplantable, estas no aparecen hasta la 8ª semana de ensayo con un valor del 2,2% el cual se repite en la 8ª y 10ª semana. Desde la 12ª semana en adelante no hubo más estacas con raíz no trasplantable.

En este tratamiento el porcentaje de estacas trasplantables con púa viva se encuentra en la 6ª semana con un 2,2%, se mantiene constante hasta la semana 14ª en la que aumenta hasta un 4,44% hasta el final del ensayo.

5.1.6 Tratamiento 6: Patrón *Lp.* 'Spider' con púa *Lp.* 'Themba' con hoja reducida



Gráfica 6. Evolución del tratamiento 6 durante el ensayo.

En la **gráfica 6** se puede observar como las estacas muertas aparecen en la 6ª semana con un 28,89%, este valor aumenta progresivamente pasando en la 8ª semana por un valor de 48,89% y en la 10ª un 97,78%. En la 12ª el porcentaje de estacas muertas alcanza un 97,78% y finalmente en la 14ª semana el 100% de las estacas están muertas.

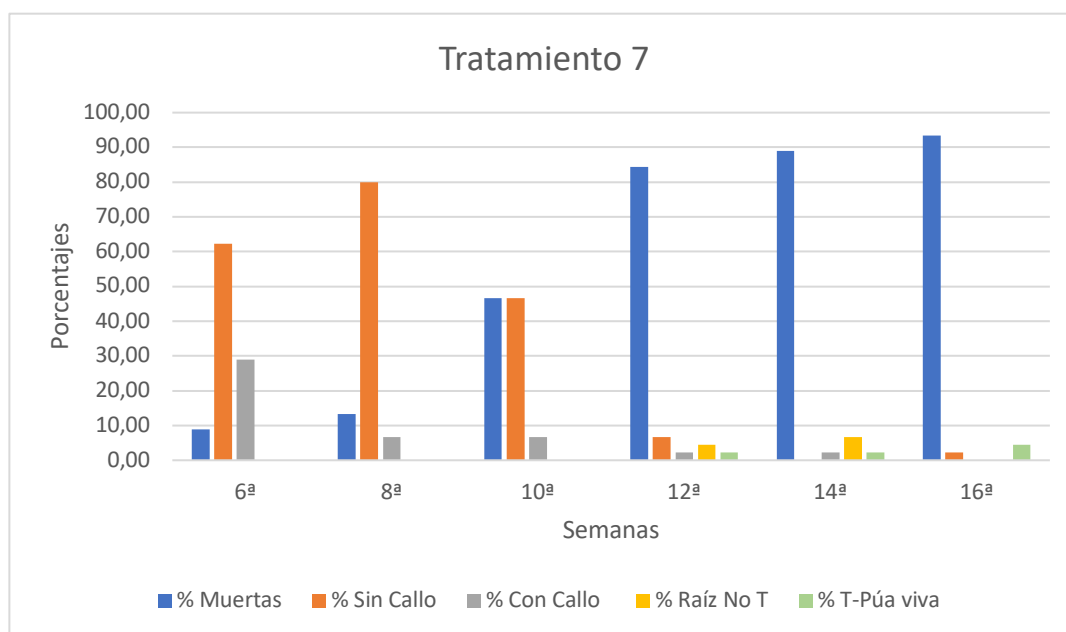
Las estacas sin callo alcanzan un 60% en la 6ª semana y disminuyen progresivamente hasta desaparecer a partir de la 14ª semana pasando por un 46,67% en la 8ª semana, un 28,89% en la 10ª y finalmente un 2,22% en la 12ª semana.

Las estacas con callo aparecen en la 6ª semana con un 8,89%, su valor se reduce en la 8ª semana alcanzando un 4,44% y a partir de la 10ª semana en adelante los porcentajes de estacas con callo son del 0%.

Las estacas con raíz no trasplantable en el tratamiento 6 aparecen únicamente en la 6ª semana con un 2,22%.

En este tratamiento no aparecen estacas trasplantables con púa viva a lo largo de todo el ensayo.

5.1.7 Tratamiento 7: Patrón *Lp.* 'Spider' con púa *Lp.* 'Raziya' con hoja entera.



Gráfica 7. Evolución del tratamiento 7 durante el ensayo.

En la **gráfica 7** se observa que las estacas muertas aparecen desde la primera semana con un 8,89%, en la 8ª semana aumenta hasta un 13,33% seguido de un 46,67% en la 10ª semana. A partir de la 12ª semana los valores de estacas muertas toman valores altos, 84,44% hasta la 14ª semana. En la 16ª semana, los valores de estacas muertas son del 93,33%.

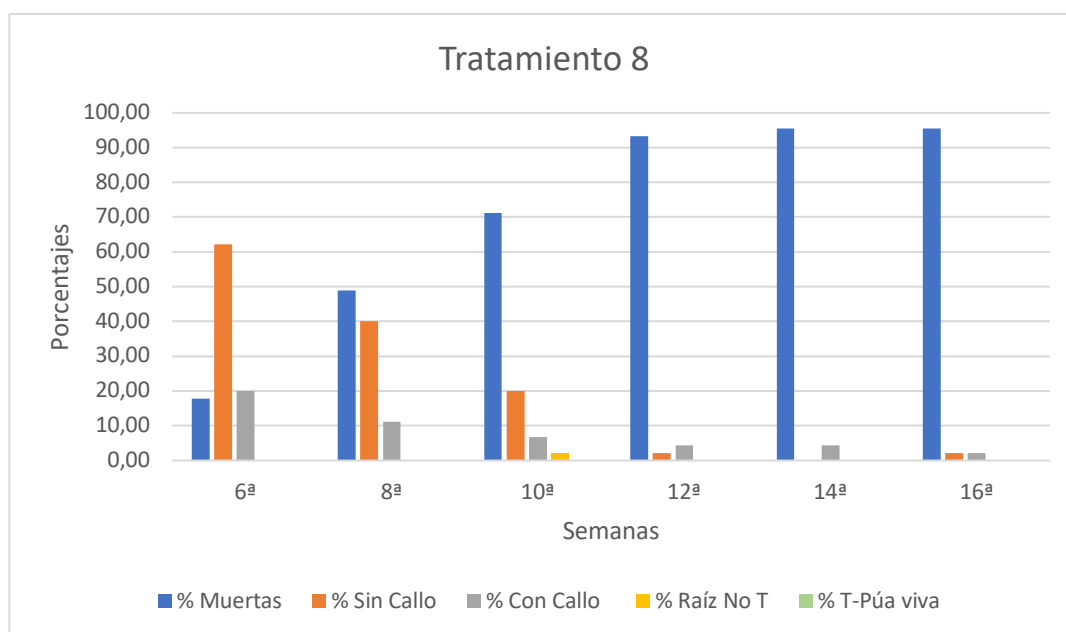
Las estacas sin callo se encuentran desde la 6ª semana con un 62,2%, incrementando su valor hasta un 80% en la 8ª semana siendo este el mayor porcentaje de estacas sin callo del ensayo. En la 10ª semana disminuye hasta un 46,67% y a partir de ese conteo comienza a decrecer alcanzando un 6,67% en la 12ª semana y desapareciendo en la 14ª y terminando en la 16ª con un 2,22%.

Las estacas con callo en la 6ª semana representan un 28,89% siendo este su valor máximo ya que a partir de este conteo comienza a disminuir hasta llegar a un 2,22% en la 12ª semana el cual se repite en la 14ª. A partir de esta semana no vuelven a aparecer en lo que resta de ensayo.

Las estacas con raíz no trasplantable no aparecen hasta la 12ª semana con un 4,44%, este valor aumenta en la 14ª semana hasta llegar a un 6,67%. En la semana 16ª no hubo estacas con raíz trasplantable.

Las estacas trasplantables con púa viva aparecen a partir de la 12ª semana, el porcentaje es del 2,22% y se repite hasta la 16ª semana en la que alcanza un 4,44%.

5.1.8 Tratamiento 8: Patrón *Lp.* 'Spider' con púa *Lp.* 'Raziya' con hoja reducida



Gráfica 8. Evolución del tratamiento 8 durante el ensayo.

En la **gráfica 8** se puede observar como las estacas muertas aparecen desde la 6ª semana con un 17,78%, aumenta en la 8ª semana hasta alcanzar un 48,89% y continúa aumentando progresivamente hasta llegar a un 93,33% en la 12ª semana. En la 14ª semana toma valores de un 95,56%, el cual se repite en la 16ª semana.

Las estacas sin callo toman un valor del 62,22% en la 6ª semana y desciende hasta el 40% en la 8ª semana a partir de la cual disminuye llegando al 0% en la 14ª. En la semana 16ª llega hasta un 2,2%.

Las estacas con callo aparecen en la 6ª semana con un 20% disminuyendo progresivamente hasta un valor mínimo de 2,2% en la 16ª semana.

Las estacas con raíz no trasplantable aparecen en la 10ª semana únicamente con un 2,22%.

En el tratamiento 8 al igual que ocurrió en el 6 no se encontraron estacas trasplantables con púa viva.

5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS OBTENIDOS SOBRE ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA

5.2.1 Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 6 semanas de ensayo

A las 6 semanas del ensayo (**Tabla 1**) las estacas trasplantables con púa viva se corresponden a los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5. Los tratamientos 2, 3 y 4 no presentan diferencias significativas entre sí ni con los tratamientos 1 y 5 que sí son significativamente diferentes. Además, el tratamiento 1 presenta diferencias significativas con respecto a los tratamientos 6, 7 y 8 que no son diferentes al 5, 2, 3 y 4.

Tabla 1: Separación de medias por el método de Tukey a las 6 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	15,56 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	6,67 ab
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	6,67 ab
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	4,44 ab
5 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	2,22 b
6 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	0 b
7 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	0 b
8 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	0 b

5.2.1.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las seis semanas de ensayo

Los datos referidos al porcentaje de estacas trasplantables fueron sometidos a un análisis de varianza univariante (**Tabla 2**) en el que se observa cómo el tipo de patrón presenta diferencias significativas. La interacción tipo de patrón x tipo de púa y el tipo de púa, no presentan diferencias significativas.

Tabla 2. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el porcentaje de estacas trasplantables con púa viva a las 6 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 6	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i> 8,33
	<i>Lp. 'Spider'</i> 0,56
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i> 8,89
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i> 3,33
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i> 3,33
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i> 2,22
SEMANA 6	SIGNIFICACIÓN
Tipo de patrón	s
Tipo de púa	ns
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns

5.2.2 Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 8 semanas de ensayo

Tal y como puede observarse (**Tabla 3**) los tratamientos que muestran estacas trasplantables con púa viva son al igual que en la sexta semana, los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, presentando diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 5 pero no del 2, 3 y 4 con ellos. Por otro lado, los tratamientos 6, 7 y 8 no presentan diferencias significativas entre ellos ni con los tratamientos 2, 3, 4, y 5 pero sí con el 1.

Tabla 3. Separación de medias por el método de Tukey a las 8 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	15,56 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	6,67 ab
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	8,89 ab
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	6,67 ab
5 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	2,22 b
6 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	0 b
7 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	0 b
8 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	0 b

5.2.2.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las ocho semanas de ensayo

Una vez realizado el análisis de varianza univariante a los datos referidos al porcentaje de estacas trasplantables con púa viva en la octava semana (**Tabla 4**), no se encontraron diferencias significativas para el tipo de púa ni entre la interacción tipo patrón x tipo púa, pero sí para el tipo de patrón.

Tabla 4. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el porcentaje de estacas trasplantables con púa viva a las 8 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 8	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA	
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i>	9,44
	<i>Lp. 'Spider'</i>	0,56
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i>	8,89
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i>	3,33
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i>	4,44
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i>	3,33

SEMANA 8	SIGNIFICACIÓN
Tipo de patrón	s
Tipo de púa	ns
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns

5.2.3 Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 10 semanas de ensayo

Una vez transcurridas 10 semanas después de comenzar el ensayo (**Tabla 5**) los tratamientos que presentan estacas trasplantables con púa viva son el 1, 2, 3, 4 y 5, no encontrando diferencias significativas entre los tratamientos 2, 3, y 4 con respecto al resto de tratamientos, pero sí entre los tratamientos 5, 6, 7 y 8 con respecto al 1.

Tabla 5. Separación de medias por el método de Tukey a las 10 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	20 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	8,89 ab
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	8,89 ab
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	6,67 ab
5 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	2,22 b
6 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	0 b
7 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	0 b
8 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	0 b

5.2.3.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las diez semanas de ensayo

Tras el análisis de varianza univariante respecto los porcentajes de estacas trasplantables con púa viva en la semana 10 (Tabla 6) no se observan diferencias significativas entre el tipo de púa, ni entre la interacción tipo patrón x tipo púa, pero sí en el tipo de patrón.

Tabla 6. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el porcentaje de estacas trasplantables con púa viva a las 10 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 10	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA	
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i>	11,11
	<i>Lp. 'Spider'</i>	0,56
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i>	11,11
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i>	4,44
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i>	4,44
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i>	3,33
SEMANA 10	SIGNIFICACIÓN	
Tipo de patrón	s	
Tipo de púa	ns	
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns	

5.2.4 Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 12 semanas de ensayo

A las doce semanas del ensayo (**Tabla 7**) los tratamientos que presentan estacas trasplantables con púa viva son el 1, 2, 3, 4, 5 y 7. Los tratamientos 4, 5 y 7 no presentan diferencias significativas ni entre ellos ni con respecto a los tratamientos 2, 3, 6 y 8 pero sí con el tratamiento 1. Este tratamiento es significativamente diferente también a los tratamientos 6 y 8 los cuales son del mismo modo significativamente diferentes al tratamiento 2. El tratamiento 3 no presenta diferencias significativas con ninguno de los tratamientos.

Tabla 7. Separación de medias por el método de Tukey a las 12 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	22,22 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	11,11 ab
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	8,89 abc
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	6,67 bc
5 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	2,22 bc
6 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	0 c
7 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	2,22 bc
8 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	0 c

5.2.4.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las doce semanas de ensayo

Tras el análisis de varianza univariante de los porcentajes de estacas trasplantables con púa viva en la 12ª semana (**Tabla 8**) únicamente se encontraron diferencias significativas entre el tipo de patrón ya que para el tipo de púa y la interacción tipo patrón x tipo púa, no se encontraron diferencias.

Tabla 8. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el porcentaje de estacas trasplantables con púa viva a las 12 semanas de ensayo. (s=significativo a $P<0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 12	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA	
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i>	12,22
	<i>Lp. 'Spider'</i>	1,11
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i>	12,22
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i>	5,56
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i>	5,56
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i>	3,33
SEMANA 12	SIGNIFICACIÓN	
Tipo de patrón	s	
Tipo de púa	ns	
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns	

5.2.5 Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 14 semanas de ensayo

En la semana 14 del ensayo (**Tabla 9**), los tratamientos que presentan estacas trasplantables con púa viva son todos a excepción de los tratamientos 6 y 8. El tratamiento 1 no presenta diferencias significativas con los tratamientos 2, 3, 4 y 5 pero sí con el 7, 6 y 8.

Tabla 9. Separación de medias por el método de Tukey a las 14 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	28,89 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	11,11 ab
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	11,11 ab
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	11,11 ab
5 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	4,44 ab
6 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	0 b
7 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	2,22 b
8 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	0 b

5.2.5.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las catorce semanas de ensayo

Tras el análisis de varianza univariante de los porcentajes de estacas trasplantables con púa viva en la semana catorce del ensayo (**Tabla 10**), no se han encontrado diferencias significativas entre el tipo de púa ni entre la interacción tipo patrón x tipo de púa, en cambio sí se han observado diferencias significativas con el tipo de patrón.

Tabla 10. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el porcentaje de estacas trasplantables con púa viva a las 14 semanas de ensayo. (s=significativo a $P<0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 14	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA	
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i>	15,56
	<i>Lp. 'Spider'</i>	1,67
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i>	16,67
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i>	5,56
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i>	6,67
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i>	5,56
SEMANA 14	SIGNIFICACIÓN	
Tipo de patrón	s	
Tipo de púa	ns	
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns	

5.2.6 Estacas con raíz trasplantable y púa viva a las 16 semanas de ensayo

En la semana 16 del ensayo (**Tabla 11**) los tratamientos 2, 3 y 4 no presentan diferencias con el resto de tratamientos objeto de estudio. En cambio, los tratamientos 5, 6, 7 y 8 sí presentan diferencias significativas con el tratamiento 1. En la décimo sexta semana de ensayo cabe destacar que los tratamientos 6 y 8 no han tenido estacas trasplantables con púa viva.

Tabla 11. Separación de medias por el método de Tukey a las 16 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	31,11 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	11,11 ab
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	11,11 ab
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	11,11 ab
5 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	4,44 b
6 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	0 b
7 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	4,44 b
8 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	0 b

5.2.6.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el porcentaje de estacas con raíz trasplantable y púa viva a las dieciséis semanas de ensayo

Tras realizar el análisis de varianza univariante sobre los porcentajes de estacas trasplantables con púa viva en la semana dieciséis del ensayo (**Tabla 12**), solo se encontraron diferencias significativas entre el tipo de patrón. Entre el tipo de púa y la interacción tipo patrón x tipo de púa no hubo diferencias.

Tabla 12. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el porcentaje de estacas trasplantables con púa viva a las 16 semanas de ensayo. (s=significativo a $P<0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 16	% ESTACAS CON RAÍZ TRASPLANTABLE Y PÚA VIVA	
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i>	16,11
	<i>Lp. 'Spider'</i>	2,22
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i>	17,78
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i>	5,56
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i>	7,78
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i>	5,56
SEMANA 16	SIGNIFICACIÓN	
Tipo de patrón	s	
Tipo de púa	ns	
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns	

5.3 ÍNDICE DE ENRAIZAMIENTO

5.3.1 Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 6

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, previa transformación del arcoseno, procediendo posteriormente a la separación de las medias por el método de Tukey al nivel del 5%. Tal y como puede observarse (**Tabla 13**), en la sexta semana de ensayo ninguno de los tratamientos presenta diferencias significativas entre ellos.

Tabla 13. Efecto del tratamiento sobre el índice de enraizamiento. Separación de medias por el método Tukey a las 6 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	VALOR MEDIO IE
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	2,80 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	1,80 a
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	1,77 a
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	1,73 a
5 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	1,57 a
6 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	1,27 a
7 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	1,80 a
8 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	1,53 a

5.3.1.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las seis semanas de ensayo

Tras el análisis de varianza univariante sobre el índice de enraizamiento (**Tabla 14**) no se encontraron diferencias significativas entre el tipo de patrón, tipo de púa y la interrelación tipo patrón tipo púa en la semana 6 de ensayo.

Tabla 14. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el índice de enraizamiento a las 6 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 6	PROMEDIO IE
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i> 2,03
	<i>Lp. 'Spider'</i> 1,54
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i> 1,53
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i> 2,18
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i> 1,63
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i> 1,78

SEMANA 6	SIGNIFICACIÓN
Tipo de patrón	ns
Tipo de púa	ns
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns

5.3.2 Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 8

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, previa transformación del arcoseno, procediendo posteriormente a la separación de las medias por el método de Tukey al nivel del 5% (**Tabla 15**). Como se observa, no se encontraron diferencias significativas en el valor medio del índice de enraizamiento entre los diferentes tratamientos la octava semana de ensayo.

Tabla 15. Efecto del tratamiento sobre el índice de enraizamiento. Separación de medias por el método Tukey a las 8 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	VALOR MEDIO IE
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	2,63 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	1,70 a
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	1,67 a
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	1,83 a
5 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja entera	1,37 a
6 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Themba`</i> con hoja reducida	0,83 a
7 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja entera	1,40 a
8 Patrón <i>Lp. `Spider`</i> con púa <i>Lp. `Raziya`</i> con hoja reducida	0,93 a

5.3.2.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las ocho semanas de ensayo

Una vez realizado el análisis de varianza univariante sobre el índice de enraizamiento en la octava semana de ensayo (**Tabla 16**), no se encontraron diferencias significativas entre el tipo de patrón, tipo de púa y la interrelación tipo patrón tipo púa.

Tabla 16. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el índice de enraizamiento a las 8 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 8	PROMEDIO IE
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i> 1,96
	<i>Lp. 'Spider'</i> 1,13
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i> 1,27
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i> 2,00
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i> 1,38
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i> 1,53
SEMANA 8	SIGNIFICACIÓN
Tipo de patrón	ns
Tipo de púa	ns
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns

5.3.3 Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 10

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, previa transformación del arcoseno, procediendo posteriormente a la separación de las medias por el método de Tukey al nivel del 5%. Tal y como se aprecia (**Tabla 17**), no se observaron diferencias significativas en el valor medio del índice de enraizamiento.

Tabla 17. Efecto del tratamiento sobre el índice de enraizamiento. Separación de medias por el método Tukey a las 10 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	VALOR MEDIO IE
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	2,97 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	1,37 a
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	1,40 a
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	1,30 a
5 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	1,13 a
6 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	0,43 a
7 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	0,90 a
8 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	0,60 a

5.3.3.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las diez semanas de ensayo

Tras llevar a cabo el análisis de varianza univariante sobre el índice de enraizamiento (**Tabla 18**), no se encontraron diferencias significativas entre el tipo de patrón, tipo de púa y la interrelación tipo patrón tipo púa.

Tabla 18. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el índice de enraizamiento a las 10 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 10	PROMEDIO IE
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i> 1,76
	<i>Lp. 'Spider'</i> 0,77
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i> 0,90
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i> 2,05
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i> 0,95
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i> 1,15

SEMANA 10	SIGNIFICACIÓN
Tipo de patrón	ns
Tipo de púa	ns
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns

5.3.4 Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 12

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, previa transformación del arcoseno, procediendo posteriormente a la separación de las medias por el método de Tukey al nivel del 5%. Puede observarse (**Tabla 19**) que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 19. Efecto del tratamiento sobre el índice de enraizamiento. Separación de medias por el método Tukey a las 12 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	VALOR MEDIO IE
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	2,63 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	1,17 a
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	0,93 a
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	0,97 a
5 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	0,87 a
6 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	0,03 a
7 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	0,57 a
8 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	0,17 a

5.3.4.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las doce semanas de ensayo

Una vez realizado el análisis de varianza univariante sobre el índice de enraizamiento (**Tabla 20**) no se observaron diferencias significativas entre el tipo de patrón, tipo de púa y la interrelación tipo patrón tipo púa.

Tabla 20. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el índice de enraizamiento a las 12 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 12	PROMEDIO IE
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i> 1,43
	<i>Lp. 'Spider'</i> 0,41
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i> 0,60
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i> 1,75
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i> 0,57
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i> 0,75

SEMANA 12	SIGNIFICACIÓN
Tipo de patrón	ns
Tipo de púa	ns
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns

5.3.5 Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 14

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, previa transformación del arcoseno, procediendo posteriormente a la separación de las medias por el método de Tukey al nivel del 5%. Tal y como puede observarse (**Tabla 21**), los tratamientos no presentan diferencias significativas entre ellos.

Tabla 21. Efecto del tratamiento sobre el índice de enraizamiento. Separación de medias por el método Tukey a las 14 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	VALOR MEDIO IE
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	3,03 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	1,07 a
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	1,00 a
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	1,00 a
5 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	0,77 a
6 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	0,00 a
7 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	0,57 a
8 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	0,13 a

5.3.5.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las catorce semanas de ensayo

Después de realizar el análisis de varianza univariante sobre el índice de enraizamiento (**Tabla 22**) no se observaron diferencias significativas entre el tipo de patrón, tipo de púa y la interrelación tipo patrón tipo púa.

Tabla 22. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el índice de enraizamiento a las 14 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 14	PROMEDIO IE
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i> 1,53
	<i>Lp. 'Spider'</i> 0,37
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i> 0,53
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i> 1,90
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i> 0,57
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i> 0,78
SEMANA 14	SIGNIFICACIÓN
Tipo de patrón	ns
Tipo de púa	ns
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns

5.3.6 Índice de enraizamiento (IE) de estacas trasplantables con púa viva en la semana 16

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, previa transformación del arcoseno, procediendo posteriormente a la separación de las medias por el método de Tukey al nivel del 5% (**Tabla 23**), se observa que no se encontraron diferencias significativas.

Tabla 23. Efecto del tratamiento sobre el índice de enraizamiento. Separación de medias por el método Tukey a las 16 semanas de ensayo. (Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%)

TRATAMIENTOS	VALOR MEDIO IE
1 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	2,97 a
2 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	1,03 a
3 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	1,00 a
4 Patrón <i>Lp. patersonii</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	1,03 a
5 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja entera	0,60 a
6 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Themba´</i> con hoja reducida	0,00 a
7 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja entera	0,43 a
8 Patrón <i>Lp. `Spider´</i> con púa <i>Lp. `Raziya´</i> con hoja reducida	0,10 a

5.3.6.1 Influencia del tipo de patrón y púa sobre el índice de enraizamiento a las dieciséis semanas de ensayo

Una vez realizado el análisis de varianza univariante sobre el índice de enraizamiento (**Tabla 24**) no se observaron diferencias significativas entre el tipo de patrón, tipo de púa y la interrelación tipo patrón tipo púa.

Tabla 24. Efecto del tipo de patrón y tipo de púa sobre el índice de enraizamiento a las 16 semanas de ensayo. (s=significativo a $P < 0,05$ y ns=no significativo)

SEMANA 16	PROMEDIO IE
TIPO DE PATRÓN	<i>Lp. patersonii</i> 1,51
	<i>Lp. 'Spider'</i> 0,28
TIPO DE PÚA	<i>Lp. 'Themba' con hoja entera</i> 0,52
	<i>Lp. 'Themba' con hoja reducida</i> 1,78
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja entera</i> 0,57
	<i>Lp. 'Raziya' con hoja reducida</i> 0,72
SEMANA 16	SIGNIFICACIÓN
Tipo de patrón	ns
Tipo de púa	ns
Tipo de patrón x Tipo de púa	ns

Tabla 25. Efecto del tratamiento sobre el índice de enraizamiento de las estacas de *Leucospermum*. Separación de las medias por el método de Tukey al 5%

TRATAMIENTO SEMANAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
6	2,80 a	1,80 a	1,77 a	1,73 a	1,57 a	1,27 a	1,80 a	1,53 a
8	2,63 a	1,70 a	1,67 a	1,83 a	1,37 a	0,83 a	1,40 a	0,93 a
10	2,97 a	1,37 a	1,40 a	1,30 a	1,13 a	0,43 a	0,90 a	0,60 a
12	2,63 a	1,17 a	0,93 a	0,97 a	0,87 a	0,03 a	0,57 a	0,17 a
14	3,03 a	1,07 a	1,00 a	1,00 a	0,77 a	0,00 a	0,57 a	0,13 a
16	2,97 a	1,03 a	1,00 a	1,03 a	0,60 a	0,00 a	0,43 a	0,10 a

5.4 DISCUSIÓN

Del análisis global de los Resultados obtenidos a lo largo del ensayo se puede deducir lo siguiente:

Analizando el conjunto de los resultados de este ensayo, podemos observar que desde las primeras semanas del mismo se comenzaron a ver amarilleamientos en las hojas de los patrones, sobre todo en las de *Lp. 'Spider'* producido por deshidratación foliar, lo que podría atribuirse al escaso grosor de las estacas. En el caso del patrón *Lp. patersonii*, estos síntomas fueron menores ya que el grosor de las estacas era mayor, y por lo tanto mayor contenido de las reservas.

Si analizamos los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de estacas trasplantables con púa viva, puede verse que el tratamiento 1 (Patrón *Lp. patersonii* con púa 'Themba' y hoja entera) fue el que exhibió los mayores valores, mostrando diferencias significativas con los tratamientos 5, 6, 7 y 8, pero no mostró diferencias significativas con los tratamientos 2, 3 y 4. Este comportamiento fue el mismo a lo largo de todo el ensayo.

Asimismo, a lo largo del estudio, ni el tipo de púa, ni la interacción tipo de patrón x tipo de púa tuvo influencia sobre los tratamientos, sin embargo, sí influyó el tipo de patrón.

Para los injertos realizados sobre el patrón *Lp. patersonii*, aunque estadísticamente presentan un comportamiento similar, se observa que el injerto de púa 'Themba' con hojas enteras mostró el mayor porcentaje de estacas con raíz trasplantable con púa viva, 31%, al final del ensayo. Herrera (2013), utilizando la misma combinación patrón-púa obtuvo a las 14 semanas del inicio del ensayo un porcentaje del 24% de estacas trasplantables con púa viva, valor inferior al obtenido en este estudio en la misma semana, 29%. Esta misma autora, empleando la combinación patrón *Lp. patersonii* y púa 'Raziya' con hoja entera, obtuvo a las 14 semanas un 24% de estacas trasplantables con púa viva, resultado superior al obtenido en este ensayo, 11%, en la misma semana.

En cuanto al Índice de Enraizamiento, no se encontraron diferencias significativas, a lo largo de este estudio, para los tratamientos ensayados.

En resumen, con el uso de estacas de *Lp. patersonii* y púa 'Themba' con hojas enteras, se obtuvieron los mejores resultados en cuanto a estacas trasplantables con púa viva que con el uso de *Lp. 'Spider'* y mismo tipo de púa.

Podemos recomendar en las mismas condiciones en las que se realizó este experimento, el uso de estacas de *Lp. patersonii* y púas con hojas enteras para la producción de plantas injertadas de *Leucopermum 'Themba'* y '*Raziya'* sobre *Leucopermum patersonii*.



6. Conclusiones



Dados los resultados obtenidos y para las condiciones en las que se realizó el ensayo se puede concluir lo siguiente:

1. A lo largo del ensayo existieron diferencias significativas entre el tratamiento con patrón *Leucospermum patersonii* con púa *Lp.* 'Themba' con hoja entera con respecto a los tratamientos con el patrón *Leucospermum* 'Spider' con púa *Lp.* 'Themba' con hoja entera, púa *Lp.* 'Themba' con hoja reducida, púa *Lp.* 'Raziya' con hoja entera y púa *Lp.* 'Raziya' con hoja reducida.

2. El tipo de patrón tuvo influencia significativa sobre los tratamientos en cada semana estudiada en este ensayo.

3. Al final del experimento no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en lo referente al Índice de Enraizamiento.

4. Al término del ensayo los factores tipo de patrón, tipo de púa y la interacción de ambos no resultaron significativos respecto al Índice de Enraizamiento.

5. En las mismas condiciones en las que se realizó este experimento, resulta factible el empleo de estacas de *Leucospermum patersonii* y púas con hojas enteras para la producción de plantas injertadas de *Leucospermum* 'Themba' y 'Raziya'.

CONCLUSIONS

According to the obtained results and for the conditions in which the test was carried out, the following conclusions can be drawn:

1. Throughout the test there were significant differences between the treatment with the rootstock *Leucospermum patersonii* with whole leaf *Lp.* 'Themba' and the treatments with the rootstock *Leucospermum* 'Spider' with whole leaf scion *Lp.* 'Themba' and reduced leaf scion *Lp.* 'Themba'.

2. The type of rootstock had significant influence on the treatments in each week studied in this essay.

3. At the end of the test there weren't observed significant differences between the treatments in relation to the rooting index.

4. At the end of the test no significant differences were observed between the variables, scion type, rootstock type and the interaction between scion and rootstock type regarding to the rooting index.

5. Under the same conditions in which the test was carried on, it's feasible the use of rootstocks of *Leucospermum patersonii* and whole leaf scion aiming to produce grafted plants of *Leucospermum* 'Themba' and 'Raziya'



Bibliografía



ABAD, M., NOGUERA, V., MARTÍNEZ-HERRERO, M.D., HERRERO, M.A., FORMES, F., Y MARTINEZ CORTS, J. 1990. Propiedades físicas y químicas de medios de cultivo a base de turba negra y su relación con el crecimiento de las plantas. Comunicaciones INIA. (Serie: Producción y Protección de Vegetales) Vol. 5 (2) 1990, Separata nº6. INIA (MAPA).

ABAD, M., BURÉS, S., NOGUERA, P., & CARBONELL, S. 1999. Resultados de la Acción Especial CICYT. Elaboración de un inventario de sustratos y materiales adecuados para ser utilizados como sustratos o componentes de sustratos en España. Actas de Horticultura (en prensa).

ACKERMAN, BEN-JAACOV, J., S. GILAD, R. CARMELI, A. BARZILAY & Y. SHCHORI. 1992. Grafting techniques and the use of rootstocks in leucadendron, and other Proteacea plants. *Acta Horticulturae* 316: 69-71.

A. ACKERMAN, S. GILAD, B. MECHINIK, Y. SHCHORI AND J. BEN-JAACOV J. 1997. "Cutting grafts" for *Leucospermum* and *Leucadendron*. A Method for quick propagation by simultaneous rooting and grafting.

BENIC, L.M. 1986. Pathological problems associated with propagation material in protea nurseries in South Africa. *Soil.Soc. Amer. Proc.* 13:224-226.

BEN-JAACOV, J.A., ACKERMAN, S., GILAD, R., CARMELI, A., BARZILAY, Y. SHCHORI. 1992. Grafting techniques and the use of rootstocks in *Leucadendron* and the other *Proteaceous* plants. *Acta Horticulturae*, 316: 69-71.

BEN-JAACOV, J., S. GILAD, A. ACKERMAN & R. CARMELI. 1991. Grafting and the use of rootstocks in *Leucadendron* and other proteaceous plants. Conference Proceedings, 143-156. International Protea Association. Sixth Biennial Conference. Perth, Western Australia.

BEN-JAACOV, J. & ACKERMAN, A. 2000. The use of transparent flexible microtubing for joining splice grafts. *Acta Horticulturae. (ISHS) 545: 155-159.*

BETHANCOURT DÍAZ, L.M., C. PRENDES, & C.D. LORENZO. 2001. Preliminary study of fungi on aerial parts of proteas grow in Tenerife (Canary Islands) *Acta Horticulturae*, 545: 275-279.

BLAZICH, F.A. 1988. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. En, Davis, T.A., Haissing, B., Sankhla, N. (editors). Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press. Portland. Oregon.

BLESA, A.C. Y LUQUE, A. 1972. Contribución al estudio de los lapilli volcánicos de las Islas Canarias para su utilización en los cultivos hidropónicos. *Anal.Edaf. Y Agrob.* XXXI (7-8): 583-589.

BOSELLI, M. 1982. El libro de los injertos. Propagación-Portainjertos-Vástagos-Injertos-Acodos. Editorial De Vecchi, S.A., 1982.

BOUCHARD, P. *Leucospermum tottum* x *formosum* "Spider" #1. [versión electrónica]. UCSC Arboretum. University of California Santa Cruz. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: <https://www.flickr.com/photos/pbouchard/473047037/>

BRETAUDEAU, J. 1987. Poda e injerto de frutales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

BRITS, G.J. 1984. Breeding improvement of proteas. *Growing and Marketing of Proteas* vol. 2. Proteaflora Enterprises, Melbourne, Australia, p. 1-20.

BRITS, G. J. 1986. The influence of genotype, terminality and auxin formulation on the rooting of *Leucospermum* cuttings. *Acta Horticulturae* 185:23-30.

BRITS, G.J. 1990a. Rootstock production research in *Leucospermum* and *Protea*: I. Techniques. *Acta Horticulturae*, 264:9-25.

BRITS, G.J. 1990b. Rootstock production research in *Leucospermum* and *Protea*: II. Gene sources. *Acta Horticulturae*, 264:27-40.

BRITS, G.J. AND S.L., VON BROEMBSSEN. 1978. Protea cultivation: Phythophthora root and collar rot. Flowers and Ornamental Shurbs. Government of South Africa, Pretoria.

CID BALLARÍN, M.C. 1993. Los sustratos para la producción de plantas. Hortifructicultura 10:31-34.

COOPER, W.C. 1935. Hormones in relation to root formation on stem cuttings. Plant Physiology (10):789-794.

CRESCENT HILL NURSERY. Leucospermum 'Caroline'. [versión electrónica]. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: <http://www.crescenthillnursery.com/plants/L/Leucospermum-Caroline.htm>

CRILEY, R.A. AND P.E. PARVIN. 1979. Promotive effects of auxin, ethefon and daminocide on rooting of *Protea neriifolia* cuttings. Journal of the American Society for Horticultural Science 104(5):592-596.

CS CALIFORNIA 2019. Leucospermum cordifolium. [versión electrónica]. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: https://es.wikipedia.org/wiki/Leucospermum_cordifolium

CUISANCE, P. 1987. La multiplicación de las plantas y el vivero. Ed. Mundi-prensa, Madrid.

DAVIES, P.J. 1995. The plants hormones: Their Nature, Ocurrente, and Functions. P.J. Davies (ed), Plant Hormones, 1-1 2. Kluwer Academia.

DAVIS T.D. 1988. Effect of shoot growth retardants and inhibitor on the rootings. En Davis, T.A., Haissing, B., Sankhla, N. (editores). Adventicious root formation in cuttings. Dioscorides Press. Portland. Oregon.

DE LEÓN-HERNÁNDEZ, A.M., M.C., VERA-BATISTA, I., RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ AND C.J., FERNÁNDEZ-NESPRAL. 2010. Effect of Wounding, Rooting Media, and Reduction of Foliar Area of the Scions on Cutting Grafting of *Leucospermum* ‘High Gold’ on *Lp. patersonii*. Department og Ingeniería, Producción y Economía Agraria. University of La Laguna. Acta Hort. 869, ISHS 2010.

DE LEÓN-HERNÁNDEZ, A.M., M.C., VERA-BATISTA, I., RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ AND M., GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ. 2010. Effect of Wounding, Rooting Media, and Reduction Foliar Area of the Scions on Cutting-Grafts of *Leucospermum* ‘Tango’ on *L. `Spider`*. Department og Ingeniería, Producción y Economía Agraria. University of La Laguna.

DE MOOIJ IMPORT B.V. *Leucospermum*. [versión electrónica]. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: <https://www.demooij-import.com/en/soort/313/leucospermum-themba/>

DEVLIN, R.M. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

DIRR, M.A. 1986. The nuts and botts of cutting propagation. *American Nurseryman*. Vol 163 (7): 54-64. Citado por: Van Staden, J. y A.R. Harty, 1988. Cytokinius and adventitious rooting. En Davis, T. A., Haissing, B., Sankla, N. (editores). *Adventitions root formation in cuttings. Dioscoride Press*. Portland. Oregon.

DVORSKA-HOCHMANOVA, P. *Leucospermum formosum loudon* [versión electrónica]. *Botany.CZ*. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: <https://botany.cz/cs/leucospermum-formosum/>

EDWARDS, R.A. 1979. An evaluation of wounding and hormones on the rooting of cuttings. *Royal Zealand Institute of Hortiuculture Annual Journal* 7:74-82.

EDWARDS, R.A. & M.B. THOMAS. 1979. Influence of wounding and IBA treatments on the rooting of cuttings of several woody perennial species. *Plant Propagator*, 25 (4): 9-12.

ELIOVSON, S. 1983. Proteas for pleasure: How to grow and identify them. Ed. MacMillan. Johannesburg.

EUROTURISMO. Mapa mundi [versión electrónica]. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: <https://www.euroturismo.es/mapamundi-paises-visitados/>

FARUCHI, Y., A. ACKERMAN, S. GILAD, J. BEN-JAACOV & J. RIOV. 1997. Improved methods for rooting cuttings of *Protea obtusifolia*. Acta Horticulturae (453):153157.

FERNÁNDEZ, M., AGUILAR, M.I., CARRIQUE J.R., TORTOSA, J., GRACÍA, C. LÓPEZ, M. Y PÉREZ, J.M. 1998. Suelos y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

GARNER, R.J. 1983. Manual del injertador. Mundi-Prensa, 1982.

GANDULFO SOTO, L.M. 1983. Efecto del anillado y la aplicación de ácido indolbutírico en el enraizamiento de brotes etiolados de palto. (*Persea americana Mill.*) cv. 'Mexicola'. Universidad Católica de Valparaís*. Escuela de Agronomía. Departamento Horticultura.

GÓMEZ CAMPO, C. 1979. Hormonas vegetales. Monografía de Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

GOUWS, L., D.K. JACOBS & STRYDOM, 1990. Factors affecting rooting and auxin absorption in stem cutting of Protea. Journal of Horticultural Science 65 (1): 59-63.

GRASSY KNOLL EXOTIC PLANTS 2019. Leucospermum 'Sunrise' 4 "olla. [versión electrónica]. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: <https://gkplants.com/search?q=Leucospermum+%27Sunrise%27>

GREENHALGH, F.C. 1983. Diseases of proteaceous plants. Growing and Marketing of Proteas, vol. 1. 30–38. Proteaflora Enterprises, Melbourne, Australia.

HANSEN, J. 1988. Influence of gibberellins on adventitious root formation. En Davis, T.A. Haissing, B., Sankhla, N (editors). Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press. Portland. Oregon.

HARRE, J. 1988. Proteas. The propagation and production of Proteaceae. Editado por el autor.

HARTMAN, H.T. Y D.E. KESTER, 1981. Propagación de plantas, principios y prácticas. Compañía Editorial, S.A. México.

HERRERA GONZÁLEZ, V. 2013. Contribución a la mejora de *Leucospermum* y la propagación de algunos cultivares injertados sobre patrones tolerantes a suelos arcillosos. Trabajo Fin de Carrera de Ingeniero Agrónomo. Directores: Rodríguez J.A. y A.M. de León. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.

HILL, T.A. 1984. Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal. Cuadernos de Biología. Ed. Omega, S.A Barcelona.

HOWARDS B.H. 1971. Nursery experiment report: the response of cuttings to basal wounding in relation to time of auxing treatment. Combined Proceedings of the International Plant Propagators Society 21:267-274.

HOWARDS B.H., R.A. HARRISON-MURRAY & K.A.D. MACKENZIE. 1984. Rooting responses to wounding winter cuttings of 'M23' apple rootstock. Journal of Horticultural Science. 59 (2):131-139.

HOYOS RODRÍGUEZ, M.C. 1993. Contribución al estudio de la propagación por estaca e injerto de *Leucadendron discolor* y *Leucadendron* 'Safari Sunset'. Trabajo Fin de Carrera de Ingeniero Técnico Agrícola. Directores: Rodríguez J.A. y A.M. de León. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.

HUTCHISON, J. 1959. The families of Flowering Plants Vol.1.Dycotyledons. Clarendon Press, Oxford.

JACOBS, G. & J.C. STEENKAMP. 1975. Proteas: the rooting of stem cuttings. Farming in South Africa, Series: Flowers Ornamental Sburbs and trees, B.3. Departament of Agricultural Tecnical Service, Pretotia.

JACOBS, G. & J.C. STEEMLAMP. 1976. Rooting stem cuttings of *Leucospermum cordifolium* and some of its hybidas under mist. Farming in SouthArica, Series: Flowers, Ornamental Sburbs and Trees, B.7. Departament of Agricultural Tecnical Service, Pretoria.

JACOBS, G. 1981. Vegetative propagation of proteas-recent developments. En Growing & Marketing of Proteas editado por Peter Mathews.

JACOBS, E. 1983. Vegetative propagation of Proteas. Recent Developments.

JAIMESON, A.C. ET AL. 1985. Proteaceae flower and foliage production. N. Z. Ministry of Agriculture and Fishers. Aglink HPP 106:1-4.

JHONSON, L.A.S. AND BRIGGS, B.G. 1975. On the proteaceae the evolution and classification of a souther family. B.J. Linn. Soc., 83-182.

JIMENEZ MEJÍAS, R. Y CABALLERO RUANO, M. 1990. El cultivo industrial de plantas en maceta. Ediciones de Horticultura, S.L.

KEATS, D. Ribbon pincushion, *Leucospermum tottum* at Kirstenbosch National Botanical Garden, Cape Town, South Africa. [versión electrónica]. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ribbon_pincushion,_Leucospermum_tottum_at_Kirstenbosch_National_Botanical_Garden,_Cape_Town,_South_Africa_%2816955545582%29.jpg

KNOX-DAVIES, P.S. ET AL. 1986. Disease of Proteas and their control in the South-westrn Cape. Acta Horticulturae 185:189-200.

LAGERSTED, H.B. 1981. A new device for hot-callusing graft unions. Hortscience 16(4): 529-530.

LUDWING-MÜLLER, J. 2000. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. Plant Growth Regulation (32):219-230.

LUTZEYER, H. Proteaceae. [versión electrónica]. Fynbos Hub. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: <http://www.fynboshub.co.za/gallery/proteaceae/>

MAC MILLAN, B.P. 1990. La multiplicación de plantas. Ediciones Folio S.A.

MACKENZIE K.A.D., B.H. HOWARD & R.S. HARRISON-MURRAY., 1986. The anatomical relationship between cambial regeneration and root initiation in wounded winter cuttings of apple rootstock. M. 26. Annals of botanic 58:949-661.

MAINARDI FAZIO, F. 2003. Guía ilustrada de la poda y de los injertos, plantas de fruto y ornamentales. Editorial De Vecchi, S.A.U. 2003.

MALAN, D.G. 1988. Propagation of Proteas by cuttings. Sappex Special Edition, 11-14.

MALAN, D.G. 1992. Propagation of Proteaceae. Acta Hortiucturae, 316:27-34.

MARTÍN GARCÍA, A.C. 2004. Efecto del lesionado, IBA y medio de enraizamiento en la propagación por estacas de *Leucospermum* `Succession II`. Directores: Juan Alberto Rodríguez Pérez, María Candelaria Vera Batista y María Teresa Ramos Domínguez. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.

MARTINEZ, F.X. & J. F. ÁGUILA. 1989. El enraizado de esquejes de plantas ornamentales. *Horticultura (93)*: 9-43.

MCCREDIE, T.A., K.W. DIXON & K. SIVASITHAMPARAM. 1985. Grafting Banksias to avoid root-rot. Australian Horticultura, April: 75-79.

MEYNHARDT, J.T. 1974. Propagation of Proteas, Farming in South Africa, Seres: Flowers, Ornamental Sburbs and Trees, B.2. Departamenof Agricultural Tecnicaf Service, Pretoria.

MOFFAT, T.J. AND L. TURNBULL, 1993. Grafting Proteas. Editado por el autor Toowoomba, Queensland, Australia.

MONCOUSIN, C. & T. GASPAR. 1983. Peroxidase is a marker of rooting improvement of *Cynara scolymus* L. cultured in vitro. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* (178):263-271.

MOORE, R. 1993. Physiological aspects of grafo formation. R. Moore (ed). Vegetative compatibility. Responses in plants. Baylor University Press, Waco, TX. 89-105. Citado por: Blazich, F.A., 1988. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. En, Davis, T.A., Haissing, B., Sankhla, N. (editors). Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press. Portland. Oregon.

PARVIN, P.E. 1982. Propagation. Proc. 8th and 9th Annual Protea Wkshp, College of Trop. Agri. and Human Resourc. University of Hawaii. Research Extension Series 018: 19-19.

PENNINGSFELD, F. AND KURZMANN, P. 1983. Cultivos hidropónicos y en turba. Mundi-Prensa. 2ª Edición. Madrid.

PIDI, N. 1981. La multiplicación de plantas. Editorial De Vecchi, Barcelona.

PROTEAS DE LA PALMA SOCIEDAD COOPERATIVA. Recuperado el 12 de marzo de 2019 de: http://www.proteaslapalma.com/es/es_variedades.htm

PROTEA WORLD. High gold. [versión electrónica]. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: https://proteaworld.com.au/product/leucospermum/high-gold/?doing_wp_cron=1568658943.4559690952301025390625

RESH, H. 1982. Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Ediciones Mundi –Prensa. Madrid.

ROBLEDO, F. Y MARTÍN, L. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A. 1989. Introducción, estudio y evaluación de proteas para flor cortada en la isla de Tenerife. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de La Laguna.

RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A. 1990. A technique to improve the propagation of stem cutting of *Protea obtusifolia* Buek ex. Meisn, *Acta Horticulure*, 264: 41-43.

RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A. 1992. Propagation by leaf bud cuttings of *Leucadendron* ‘Safari Sunset’, *Leucospermum cordifolium*, *Leucospermum patersonii* and *Protea obtusifolia*. *Acta Horticulturae*, 316:35-45.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, J.A. 2017. Manual del cultivo de las proteas sudafricanas. Editado por el autor. Amazon.

RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A., M.C. VERA, A.M. LEÓN & M.B. GONZÁLEZ. 1993. Efecto del lesionado sobre la propagación por estaca de tallo de *Leucadendron* ‘Safari Sunset’ (*Proteaceae*). *Actas del II congreso Ibérico de ciencias Hortícolas*, Tomo 1:578-582.

RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A., M.C. VERA, A.M. LEÓN, & M.C. HOYOS, 1996. Influence of cutting position wounding and IBA on the rooting of *Leucadendron* ‘Discolor’ stem cuttings. 4th Int. Protea Working Group Symposium, Mitzpeh Rachel, Jerusalén, March 17-21.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, J.A., DE LEÓN-HERNÁNDEZ, A.M., VERA-BATISTA, M.C. AND HOYOS-RODRÍGUEZ, M.C. 1997. Influence of cutting position, wounding and IBA on the rooting of *Leucadendron* discolor stem cuttings. *Acta Hort.* 453:29-34.

RODRÍGUEZ PÉREZ, J.A, M.C. VERA, A.M. LEÓN, & P.C. ARMAS. 2001. Influence of cutting position, wounding and IBA on the rooting of *Leucospermum cordifolium* 'California Sunshine' cuttings. Proc. V Int. Protea Symposium, ed. R. A. Criley. Acta Horticulturae 545.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, J.A., VERA-BATISTA, M.C., DE LEÓN-HERNÁNDEZ, A.M. AND RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, I. 2003. The effect of cutting position, wounding and IBA on the rooting of *Leucospermum* 'Succession II' stem cuttings. Acta Hort. 602:133-140.

ROHRBACH K., 1984. A survey of diseases of Proteaceae in Hawaii. Growing & Marketing of Proteas vol. 2. 29-38. Proteaflora Enterprises, Melbourne, Australia.

ROURKE, J.P. 1972. Taxonomic studies on *Leucospermum* R. BR. *Journal of South African Botany. Supplementary volume N° 8.*

RUMBAL, J.M. 1977. Aspect of propagation hygienen. *Proc. Int. Plant. Prop. Soc.* 27:323-324.

SHARMA S., D.S. GILL & S. KULBIR, 1994. Factors affecting adventitious root formation in tree crops a review. *Agricultural Reviem*, 15(3): 157-181.

SNYMAN FLORA. *Leucospermum Raziya*. [versión electrónica]. Recuperado el 26 de agosto de 2019 de: <https://www.snymanflora.co.za/products/leucospermum/leucospermum-raziya/>

SOTEROS, J.J. 1987. New disease in *Leucospermum*. *Joum. Of. Int. Plant. Assoc.* 11:29 – 31.

SOTEROS, J.J. 1988. Leaf diseases. *New Zeland Protea Growers Association Newsletter* 17:22 – 31.

TUNBULL, L.V. & J. MOFFAT. 1994. Production of Phythopthora tolerant rootstocks: Grafting compatibility studies and field testing of grafted Çproteas. *Journal of Int. Protea Assoc.* 27: 14-22.

VAN DEN HEEDE, A.A. 1981. El estaquillado. Ediciones Mundi-prensa. Madrid.

VAN STADEN, J. & A.R. HARTY, 1988. Cytokinius and adventitious rooting. En Davis, T. A., Haissing, B., Sankla, N. (editores). *Adventitions root formation in cuttings. Dioscoride Press.* Portland. Oregon.

VAN DER MERWE, P. 1985. The genetic relationship between the South African Proteacea. *Proteae News* 3: 3-5.

VERA BATISTA, M.C. 2016. Contribución al conocimiento de la propagación por estaca de algunas especies y cultivares de proteas. Directores: Juan Alberto Rodríguez Hernández, María del Carmen Alfayete Casañas y Ignacio Frías Viera. Universidad de La Laguna.

VERDONCK, O.D., DE VLEESCHAUWER & R. PENNICK. 1983. Cocofiber dust, a new growing medium for plants in the tropic. *Acta Horticulturae* 133:215-220 citado por Cid Ballarín, M.C. 1993. Los sustratos para la producción de plantas. *Hortifruticultura* 10:31-34.

VOGTS, M. 1982. South Africa's Proteaceae. Know them and grow them. C. struik (Pty) Ltd. Cape Town.

WELLS, J.S. 1962. Wounding cuttings as a comercial practices. *Combined Proceeding International Plant Propagators Society.* 12:47-121.

WILSON, C. J. 1975. Experimental techniques used in Banksia grafting. *Combined Prod. Int. Plant Prog. Soc.,* 25: 246-252.

WORRAL, R.J. 1976. Effects of time of collection, growing-conditions of mother plants and growth regulators on rooting of cuttings of *Telopea speciosissima* (*Proteaceae*). *Scientia Horticulturae* (5):153-160.

ZIMMERMAN, P.W. & F. WILCOXON. 1935. Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants. *Contributions from Boyce Thompson Institute* (7):209-229.



